UEBER DIE BLÜTHENKNOSPEN-HYDATHODEN EINIGER TROPISCHEN PFLANZEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

BEI DER

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER RHEINISCHEN FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BONN,

EINGEREICHT UND NEBST DEN BEIGEFÜGTEN THESEN VERTHEIDIGT

am 30 Juni 1897, Mittags 12 Uhr

VON

S. H. KOORDERS.
Kgl. Niederl. Ind. Oberförster.

Opponenten:

M. KOERNICKE, Dr. phil.
A. HOF, stud. phil.
W. C. STEVENS, M. S.

BUCHHANDLUNG UND DRUCKEREI
VORMALS
E. J. BRILL
LEIDEN 1897.

Diss.
Bonn
1897

UEBER DIE BLÜTHENKNOSPEN-HYDATHODEN
EINIGER TROPISCHEN PFLANZEN.

UEBER DIE BLÜTHENKNOSPEN-HYDATHODEN EINIGER TROPISCHEN PFLANZEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

BEI DER

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER RHEINISCHEN FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BONN,

EINGEREICHT UND NEBST DEN BEIGEFÜGTEN THESEN VERTHEIDIGT

am 30 Juni 1897, Mittags 12 Uhr

VON

S. H. KOORDERS.
Kgl. Niederl. Ind. Oberförster.

ACAD. LUGD BAT. BIBL.

Opponenten:

M. KOERNICKE, Dr. phil.
A. HOF, stud. phil.
W. C. STEVENS, M. S.

BUCHHANDLUNG UND DRUCKEREI
VORMALS
E. J. BRILL
LEIDEN 1897.

Druck der „Buchhandlung und Druckerei vormals E. J. Brill" in Leiden.

UEBER DIE BLÜTHENKNOSPEN HYDATHODEN EINIGER TROPISCHEN PFLANZEN

VON

S. H. KOORDERS.

Einleitung.

Die ersten mit Wasser gefüllten Knospen, die ersten sogenannten Wasserkelche oder Wasserknospen wurden in 1888 von Treub bei einer im Botanischen Garten in Buitenzorg cultivirten Bignoniacee, bei *Spathodea campanulata* Beauv. entdeckt und beschrieben. Im Jahre 1891 entdeckte darauf Lagerheim in Südamerika in *Iochroma macrocalyx* Benth., einer Solanacee, ebenfalls constant prall mit Wasser gefüllte Blüthenknospen. Vier Jahr später äusserste sich Raciborski auf Grund einer von ihm eingestellten Untersuchung an Herbariummaterial verschiedener Bignoniaceen-Knospen folgendermaszen: „Ahnliche Vorrichtungen" (wie bei *Spathodea camp.*) „scheinen auch bei anderen Bignoniaceen stattzufinden und deswegen sind die Untersuchungen des lebenden Materials sehr erwünscht." Eine noch in demselben Jahre publicirte Mittheilung von Greorg Kraus über „Wasserhaltige Kelche bei *Parmentiera cerifera* Seem. bestätigte die Worte von Raziborski und solches ist ebenfalls der Fall durch meine hier folgende Publication. Diese ist im Botanischen Institut der Universität in Bonn ausgearbeitet auf Grund der von mir dort an Alcoholmaterial und in Buitenzorg an lebendes Material gemachten Untersuchungen.

Das ganze Untersuchungsmaterial entstammt dem Botanischen Garten in Buitenzorg, wo die betreffenden Pflanzen alle cultivirt sind. Mit Ausnahme von *Nycandra physaloides* deren Entdeckung ich Herrn Assistent-Hortulanus J. SMITH in Buitenzorg verdanke, wurden die anderen Wasserkelche von mir an der lebenden Pflanze aufgefunden. Die chemischen Analysen des Kelchwassers verdanke ich Herrn Dr. W. G. BOORSMA, Vorstand der pharmacologischen Abtheilung am Botanischen Garten in Buitenzorg.

Der von HABERLANDT in seiner grundlegenden Arbeit über wassersecernirende und absorbirende Organe eingeführte Gesammtausdruck Hydathoden[1]) für alle Apparate und Stellen der Wasserausscheidung an den verschiedenen Pflanzenorganen ist auch hier von mir gebraucht.

INHALT.

Einleitung.

Capittel I. Beschreibung der Blüthenknospen-hydathoden einiger tropischen Pflanzen.

§ 1. Clerodendron Minahassae.
§ 2. Parmentiera cerifera.
§ 3. Crescentia Cujete.
§ 4. Kigelia pinnata.
§ 5. Stereospermum hypostictum.
§ 6. Heterophragma adenophyllum.
§ 7. Spathodea campanulata.
§ 8. Iochroma macrocalyx.
§ 9. Juanulloa parasitica.
§ 10. Nicandra physaloides.
§ 11. Ilysanthes spec.
§ 12. Clerodendron-Arten wovon einige ohne Wasserkelche.

Capittel II. Zusammenfassung der Resultate und Allgemeine Betrachtungen.

§ 1. Uebersicht der bis jetzt bekannten Wasserkelche.
§ 2. Kelch- und Corolla-verschlusz.
§ 3. Dauer und Grösze der Wassersecretion.
§ 4. Lebendfärbungsversuche der hydathoden.

---

1) ὑδωρ, ὑδατος Wasser und ὁδὸς Weg.

§ 5. Chemische Zusammensetzung des ausgeschiedenen Wassers.
§ 6. Reduction der Spaltöffnungszahl in den Wasserkelchen.
§ 7. Schleimbildung.
§ 8. Das constante Vorkommen von Bacterien und Fadenpilzen im Inneren der Wasserkelche.
§ 9. Phylogenetischer Zusammenhang der Trichom-Hydathoden, Schuppen, lufterfüllten Haare und der extranuptialen Drüsen.
§ 10. Form, Grösze, Zahl und Bau der Hydathoden.
§ 11. Ueber die Natur der permeabelen Hydathoden- und Nectarien-Cuticula.
§ 12. Biologische Bemerkungen über die Wasserkelche.

Capittel III. Literatur. Tafelerklärungen und Tafeln.

I. BESCHREIBUNG DER BLÜTHEN-KNOSPEN-HYDATHODEN EINIGER TROPISCHEN PFLANZEN.

§ 1. Clerodendron Minahassae T. et B.

Die wasserhaltenden Kelche bei dieser Pflanze sind besonders interessant, weil dieselben nicht nur (wie bei *Parmentiera cerifera* und *Spathodea campanulata*) bei der Blüthenknospe ganz mit Wasser gefüllt sind und (wie bei *Iochroma macrocalyx*) auch bei der Blüthe prall von Wasser sind, sondern auch bei der Frucht einen bis oben am Rande mit Wasser versehenen Krug darstellen. Dieser letztere Fall ist nun bis jetzt nicht bekannt gewesen.

Clerodendron Minahassae ist ein baumartiger Strauch von 3—4 Meter Höhe, welcher eine der grössten Zierden der nord-celebischen Flora ist. Die weissen Blüthen (Fig. 6) und die reifen Früchte fallen durch ihre schöne Farbe sehr auf. Letztere aber nur nachdem der nach der Befruchtung sich ansehnlich vergrössernde Kelch sternartig (Fig. 14) aufgesprungen ist. Die Kelchsegmente, welche noch kurz vor dem Aufspringen (Fig. 12) farblos waren, sind dann nämlich an der Oberseite (die frühere Innenseite) herrlich purpurrot gefärbt, während die blauschwarze glänzende Frucht sich scharf gegen diese rothe Farbe abhebt. Die Pflanze wurde von Teijsmann in der Provinz Minahassa in Nord-Celebes entdeckt, in den botanischen Gar-

ten in Buitenzorg eingeführt und von ihm zusammen mit Binnendijk zuerst benannt und beschrieben. Nachher wurde von Miquel in den Annales Lugd. Bat. die species zuerst abgebildet. Die colorirte Abbildung und die ausführliche Beschreibung Miquel's sind ausgezeichnet, aber die höchst eigenthümliche Wasserausscheidung der Kelche scheint den Beobachtern entgangen zu sein. Ich bemerkte dieselbe zuerst auf einer botanischen Reise in dem oben genannten Teile von Celebes im Jahre 1894, also etwa 25 Jahre nach Teijsmann's Reise.

Die von mir an dieser Pflanze gemachten Untersuchungen sind zum Teil an lebendem und in Alcohol conservirtem Material im botanischen Garten in Buitenzorg, zum Teil an Alcoholmaterial des Universitätsgartens in Utrecht gemacht. Das letztere Material verdanke ich Herrn Prof. Went. Es entstammt einem lebenden Exemplare, das wahrscheinlich von der Originalpflanze von Miquel herkommen wird. Wie ich mich bei der Einsammlung in Utrecht mit Prof. Went überzeugte findet bei der im Utrechter Gewächshause cultivirten Pflanze sowohl bei Blüthen, wie bei Blüthenknospen die Wasserausscheidung innerhalb des Kelches reichlich statt. Früchte fehlten an der Utrechter Pflanze. Dieselbe soll da nur im September—November blühen. Im Buitenzorger Garten blüht dieselbe aber im Freien wenigstens 2 oder 3 mal pro Jahr.

Weil dasselbe für die Erklärung des biologischen Zweckes der Clerodendron-Wasserkelche vielleicht Werth haben könnte muss hier erwähnt werden, dass sowohl bei allen von mir in der Heimath gesammelten specimina, wie bei allen Blüthenknospen, Blüthen und Früchten der Kelch an der Aussenseiten an mehreren Stellen, zuweilen fast auf der ganzen Oberfläche, mehr oder weniger tief von Thieren, wohl von Insecten angebissen war. Nie aber fand ich so tief angebissene Kelche, dass die Innenwand zerstört war, und das Wasser herausgeflossen war. Die älteren Bisswunden hatten sich meistens geschlossen, aber infolge des Bisses waren meist mehr oder weniger starke Deformationen entstanden, welche besonders an alten Fruchtkelchen, namentlich im Buitenzorger Garten ziemlich auffallend

waren. Im Letzteren erzeugt die Pflanze wie in der Heimath aber zahlreiche Samen. Obwohl Vermittlung der Befruchtung durch Thiere mir höchst wahrscheinlich scheint, kann ich in dieser Hinsicht leider keine Sicherheit geben. Später hoffe ich hierüber einige Versuche anstellen zu können.

Betrachten wir jetzt den Kelch.

Die Blüthenknospe besitzt nur in der ersten Jugend Bracteae und zwar nur sehr kleine, welche die Knospe sehr unvollkommen schützen. Auch der Kelch ist nur bei sehr jungen Knospen aussen etwas geschützt und zwar durch eine dichte Schicht mit der Lupe kaum wahrnehmbarer Köpfchenhaare. Dieses ist der Fall bei Knospen von weniger als 1½ mm. Grösse, in welcher, wie Fig. 5 zeigt, die Anlagen der Corolla erst eben sich zu bilden anfangen. Während bei einer derartigen Knospe die 5 bereits unten verwachsenen Kelchblätter schon verhaltnismässig lang sind und einen konischen Hohlraum umschliessen, ist von der Anlage der Geschlechtstheile noch keine Spur zu sehen und bilden die 5 petala nur ganz kleine Wülstchen im Grunde des Hohlraumes. Die 5 Kelchzipfel schliessen mit den Seiten ganz eng an einander und neigen innenwärts so zusammen, dass an der Spitze des konischen Hohlraumes ein schmaler Kanal nach aussen offen bleibt. Eine Verwachsung der Kelchzipfel zu einer Calyptra findet aber nicht statt. Höchst interessant (Fig. 19, 34) ist aber der nahtförmige Verschluss der Kelchzipfel, dadurch, dass die Zellen, welche die einander berührenden Ränder der Zipfel bilden, eine zickzackförmig verdickte Cuticula aufweisen, deren Zacken genau in die Einkerbungen des anderen Kelchzipfelrandes hineinpassen, obwohl die Länge der Zacken sehr ungleich ist. Besonders bei älteren Knospen ist dieser merkwürdige Kelchverschluss schön ausgebildet. Dass die sehr ungleich lang sägezahnartigen Auswüchse des einen Kelchzipfels genau in die Vertiefungen des anderen Kelchzipfels hinein passen, lässt sich dadurch erklären, dass die Anlagen dieser Cuticularspitzen und Wülste sich ausbilden, während die Kelchzipfel infolge des Turgors mit den Rändern fest auf einander gedrückt sind.

Bei Blüthenknospen, welche kaum $\frac{1}{15}$ der fertig ausgebildeten Länge erreicht haben, siud diese Cuticularverdickungen bereits angelegt.

Der Kanal, welcher die Verbindung des Kelchhohlraumes mit der Aussenwelt darstellt, ist in keiner Weise, weder durch „languettes", wie Treub bei *Spathodea campanulata* gefunden, noch durch Wattenpfropf-ähnliche Haarbildungen, wie Raciborski bei *Heterophragma adenophyllum* entdeckt hat, noch durch andere Bildungen verstopft. Für den Verschluss des Kanals ist aber durch den Turgor, wie einfache Versuche durch Austrocknen zeigen, für das Zusammenneigen der Kelchzipfel gesorgt. Erst die herauswachsende Corolla ist (Fig. 8, 10) im Stande den Turgor zu überwinden. Während die Blüthenkrone ganz ausgebildet ist, sind die Kelchzipfel meist etwas auswärts gekrümmt. Nachdem die Krone aber abgefallen ist, und die Frucht sich zu bilden anfängt, nähern sich die Kelchzipfel abermals mit ihren Spitzen, während der Kelchtubus ansehnlich in die Breite und auch in die Dicke auswächst (Fig. 13, 12). Ist aber einmal die Frucht gereift, dann biegen sich die Kelchzipfel nicht allein aufs Neue auswärts, sondern es findet dann sogar ein Einreissen des mehr oder weniger fleischig-lederartigen Kelches statt. Mit dem Einreissen längs der 5 Verwachsungslinien geht wahrscheinlich ein Auswärtskrümmen Hand in Hand, bis die ursprünglichen 5 Kelchblätter die Frucht an der Basis sternartig umgeben. Eigenthümlich ist es, dass bis zur Fruchtreife der Kelch nach dem sternartigen Ausbreiten nicht allein an Dicke und Länge, sondern auch an Wassergehalt ansehnlich zunimmt. Das früher, z. B. bei älteren Blüthenknospen, mit grossen Intercellularen erfüllte collenchymatische Parenchym ist bei dem sternartig zerrissenen Kelche durch aüsserst dünnwandiges, sehr grosszelliges, nur kleine Intercellularlücken frei lassendes, prall mit Wasser gefülltes und nur mit ausserst dünner Plasmaschicht versehenes Gewebe vertreten. Erwähnt muss hier werden, dass die anatomische Untersuchung unter Anwendung geeigneter Tinctionen bei den Hydathoden an der Innenwand derartig zerrissener fleischiger Sternkelche, sowohl im Plasma, wie im Zellkern Desorganisation

gezeigt werden konnte. Hierauf wird noch später zurückzukommen sein.

Wenn wir anstatt einer in Fig. 5 abgebildeten Knospe etwas ältere und Blüthen untersuchen, so ergiebt sich Folgendes.

Bei einer 3 mm. langen Knospe (Fig. 1) bemerkt man schon mit der Lupe auf Längsschnitten deutlich einen konischen, von dem stark in die Länge gewachsenen Kelche umschlossenen Hohlraum. Indessen sind die Kronenblätter sehr im Wachsthum zurückgeblieben, obwohl sie etwas an Länge zugenommen haben. Die ersten Anlagen der Genitalien sind kaum sichtbar (Fig. 2). Und während bei der jüngeren Knospe der Innenrand des Kelches aus gleich grossen Epidermiszellen besteht, und nur die Aussenwand drüsige Haarbildungen besitzt, zeigt bei dieser älteren Knospe die Epidermis der Kelchinnenwand besonders im basalen Theile eine weitgehende Differenzirung, indem viele Epidermiszellen zu drüsenartigen Haaren ausgewachsen sind oder im Begriffe sind sich dazu umzubilden.

Bei einer 8 mm. langen Knospe (Fig. 3), in welcher, wie Fig. 4 zeigt, die männlichen und weiblichen Organe sich bereits deutlich differenzirt haben, ist die ganze Innenwand mit zahllosen derartigen fertigen und in Anlage begriffen en Drüsenhaaren bedeckt. An der Aussenseite werden aber bei Knospen dieser Grösse nur noch wenig neue Glandulae gebildet, während noch bei älteren Blüthenknospen die Neubildung derartiger Glandulae an der Kelchinnenseite fortdauert. Bei ausgebildeten Blüthen fand ich aber auch an der Kelchinnenwand keine Neubildung von Drüsen. Die Zahl derselben ist aber dann bereits sehr ansehnlich und mit der Lupe kann man dieselben dann deutlich wahrnehmen. Ich fand an der Kelchinnenseite pro 1 mm.^{2} 45—55 derartiger Glandulae. An der Auszenseite ist die Zahl ungefähr ebenso gross oder sogar noch grösser, aber die Glandulae der Kelchaussenwand zeigen sich bei Blüthen viel ärmer an Protoplasma, wie die der Innenwand. Während die Glandulae der letzteren bei ausgewachsenen Blüthenknospen und bei Blüthen von Protoplasma strotzen, ist bei vielen Glandulae der Aussenwand der obere Theil, welcher sich bei den Innenwanddrüsen gerade durch beson-

deren Plasmareichthum auszeichnet, inhaltsleer oder plasmaarm und nicht selten, besonders bei älteren Blüthen nur die stark verdickte Stielzelle (siehe unten) erhalten geblieben, während der obere Theil eingetrocknet und zerrissen ist.

Weil die Lebendfärbung mit Methylviolett mir gezeigt hat, dass die Wasserausscheidung innerhalb des Kelches *nur* durch die drüsenartigen Hydathoden stattzufinden scheint, werden wir zunächst den Bau dieser Wasser ausscheidenden Organe näher ins Auge zu fassen haben. Wir werden dann auch versuchen einige Auskunft zu erhalten über den Zellinhalt und das physische und chemische Verhalten der Membranen.

Zunächst sei hier aber erwähnt, dass der Versuch der Lebendfärbung in derselben Weise gemacht ist, wie von Haberlandt mit Laubblatthydathoden. Das Wasser wurde dabei von mir zunächst aus der Kelchurne entfernt, die Blüthenknospe dann etwa eine Viertelstunde ausgetrocknet und dann nachher in eine schwache Lösung von Methylviolett gelegt und darin eine Stunde oder länger gelassen. Nach dem Versuch zeigte sich nur der Inhalt der Hydathoden gefärbt, während der Inhalt der Epidermiszellen ganz ohne Färbung geblieben war. In Oberflächenschnitten hoben sich die Hydathoden dann als zahlreiche dunkelviolette Kügelchen von der farblos gebliebenen weisslichen Epidermis sehr scharf ab (Fig. 15).

Merkwürdigerweise sind wiederholte Tinctions-Versuche mit Anilin-Farbstoffen, welche von mir mit viele Monate altem Alcoholmaterial angestellt wurden, erfolglos geblieben. Es gelang mir nicht den Zelleninhalt intact gebliebener Kelche bis zu grösserer Tiefe hinein zu färben, weder mit Picrinsäureanilinblau, noch mit abwechselnden Lösungen von Ferrocyankalium und Ferrichlorid. In einzelnen Fällen, aber nicht immer, waren die Hydathoden, auch einige derjenigen an der Aussenkelchwand am stärksten tingirt und häufig sogar nur letztere. Vielleicht lässt sich diese geringe Durchlässigkeit durch die Schleimschichten erklären, welche durch das Liegen in absolutem Alcohol noch stärker gegen das Eindringen schützen als solches bereits bei der lebenden Pflanze der Fall sein wird.

Aus den Figuren 24—29, 30 und 32 geht deutlich hervor, in welcher Weise die Kelchinnenwand-Hydathoden sich entwickeln. Die vollständig ausgebildeten Trichome bestehen aus einem einzelligen Stiel, auf welchem ein abgeplattet-halbkugeliger oder scheibenförmiger stets mehrzelliger Theil aufgesetzt ist. Die Zellen des letztgenannten Theiles werden wir stets mit dem von Haberlandt für Blatttrichomhydathoden eingeführten Namen Köpfchenzellen bezeichnen, während wir diejenigen Zellen, welche mit den anderen Epidermiszellen in gleicher Höhe stehen, aber sich unmittelbar unterhalb der Stielzelle befinden durch den Namen Fusszellen andeuten. Die Fusszellen bilden mit der Stielzelle und den Köpfchenzellen zusammen den Wasser ausscheidenden Apparat.

Fuszzellen sind gewöhnlich zwei, zuweilen vier vorhanden. Sie entstehen aus der einen ursprünglichen Fusszelle durch Längstheilung. Die Wände der Fusszellen sind nie cuticularisirt und die obere Wand, sowie die Längswand oder Längswände, welche dieselben trennen, sind stets sehr zart.

Die Stielzelle ist sehr stark gebaut, in der Regel etwas mehr cylindrisch und in die Länge gezogen wie als übrigen Epidermiszellen. Die Form variiert vom Cylinder bis zum abgestumpften Kegel und zwar so, dass die kleinste Kegelfläche sich der Epidermis zukehrt.

Die Aussenwand der Stielzelle ist bei nicht gar zu jungen Blüthenknospen, bei Blüthen und Früchten aussergewöhnlich dick. Die Verdickung dieser Membran ist eine ziemlich gleichmässige (Fig. 20, 21), insofern sich nur am basalen Ende eine etwas grössere mehr oder weniger deutlich ringförmige Verdickung zeigt. Letztere Verdickung tritt besonders hervor, wenn man die angrenzenden Epidermiszellen durch concentrirte Schwefelsäure zerstört (Fig. 41, 41*a*). Nach Behandlung mit Chlorzinkjod nimmt diese enorm verdickte Wand der Stielzelle welche einem dicken Rohre einer Wasserleitung gleicht, eine dunkel gelbbraune bis rothbraune oder orangebraune Färbung an. Letztere Farbe herrscht vor.

Die obere Wand der Stielzelle ist zart, nicht cuticularisirt und meist etwas auswärts gebogen.

Die Köpfchenzellen sind, wie die Figuren 23, 36 und 37 zeigen, sehr zahlreich, meist in der Zahl 10—12, aber nicht selten auch bis zu 20 vorhanden. Sie liegen stets in einer einzigen Schicht (Fig. 20, 32). Hervorgegangen sind sie durch nachträgliches Auftreten antikliner oder zuweilen auch pericliner Wände nach vorhergegangener Quadrantentheilung der obersten, in Fig. 26 abgebildeten kugelsegmentförmigen Zelle. Ihre Gestalt ist bei Alcoholmaterial für die inneren Zellen eine an den Seiten etwas abgeflachte. Die peripherischen Köpfchenzellen sind nach aussen regelmässig abgerundet. In Grösse sind die verschiedenen Köpfchenzellen unter einander etwas, aber nicht auffallend verschieden. Durch diesen Bau wird ein einschichtiges vielzelliges, mehr oder weniger scheibenförmiges oder halbkugeliges Gebilde dargestellt, welches den obersten Theil des Wasserapparates formt und welches wir als einheitliches Ganzes betrachten können.

Diese Halbkugel zeigt nun, wenn man jüngere und ältere Hydathoden, besonders unter Anwendung verschiedener Reagentien, untersucht einige Eigentümlichkeiten hinsichtlich der Aussenwand, so dass darauf näher eingegangen werden muss.

Betrachten wir zunächst eine *noch nicht ganz* fertig ausgebildete Hydathode wie sie in Fig. 29 abgebildet ist, so zeigt sich dieselbe von einer einschichtigen dünnen Membran umhüllt, welche der längeren Einwirkung concentrirter Schwefelsäure nicht widersteht. Auch nach dieser Behandlung zeigt sich keine Längsspaltung der äusseren Zellhaut. Letztere findet aber bei älteren Trichomen wohl statt, insofern sich dieser Trennungsprocess noch nicht vollzogen hat infolge der Wasserausscheidung während des Lebens. Obwohl diese Differenzierung der Aussenwand in eine innere und äussere Schicht und eine wie es scheint kurz nach Anfang der Secretion auftretende Trennung bei Trichomhydathoden und bei echten Drüsen eine sehr bekannte Erscheinung ist, findet dennoch bei *Clerodendron Minahassae* keine Zerreissung dieser gehobenen äusseren Membran statt. Ich habe mich hiervon durch genaue Untersuchung vieler Hunderte von Schnitten überzeugt. Und darum muss hier dar-

auf ein ganz besonderes Gewicht gelegt werden, weil die äussere sich bei anfangender Secretion loslösende Membranschicht den ganzen oberen Teil des Wasserausscheidungsapparates wie ein Sack einhüllt (Fig. 20, 22, 33, 43). Höchst eigenthümlich ist es nun, dass dieser Sack bei ganz ausgebildeten Hydathoden sich mit den üblichen Reagentien als *cuticularisirt* aufweist und selbst bei Anwendung der stärksten mir zur Verfügung stehenden Vergrösserung (Immersion $\frac{1}{16}$ Leitz und Ocular V) an keiner Stelle perforirte oder verdünnte Stellen aufweist.

Obwohl auf diese cuticularisirte Membran, welche sich für Wasser und z. B. auch für eine wässerige Methylviolettlösung *durchlässig* zeigt im Verband mit den relativ vereinzelt dastehenden von Schimper, Stadler, Haberlandt und Schniewind-Thies entdeckten Beispielen der Wasserausscheidung durch eine cuticularisirte Membran hindurch, noch später am Schlusse dieser Abhandlung zurück zu kommen sein wird, so möge hier das Resultat einiger Versuche betreffs der physischen und chemischen Eigenschaft dieses Cuticularsackes eine kurze Erwähnung finden.

Die Figuren 20 und 22 zeigen zwei nicht ganz median getroffene Längsschnitte durch Trichomhydathoden und eines Theiles der Kelchinnenseitenepidermis nach Einwirkung von Chlorzinkjod. Der Zellinhalt ist hier der Deutlichkeit wegen weggelassen. Die Oberhaut der Epidermis ist stark in die Dicke gequollen und hat an der inneren Hälfte, besonders nach innen zu, eine sehr dunkele violette Färbung angenommen. Dann folgt nach aussen zu eine fast farblose Schicht und darauf eine dünne, bleich-strohgelb gefärbte Cuticula. Die Längswände weisen dünnere, netzartig auf der Wand verteilte Stellen auf, welche sich nach der Chlorzinkjodbehandlung als schmutzig weisse Stellen gegen die violett gefärbte Umgebung abheben. Die Aussenwände der Stielzelle sind zwar sehr dick, aber blos wenig gequollen und wie oben gesagt wurde mehr oder weniger orangegelb gefärbt, während die Ober- und Unterwand relativ zart geblieben sind und eine schwach violette Färbung angenommen haben. Die Köpfchenzellen mit dem dieselben umhüllenden Cuti-

cularsack fallen jetzt sehr stark auf. Letzterer hat sich überall gleich deutlich, aber nur sehr bleich olivenbraun gefärbt und ist dabei äusserst dünn geblieben. Derselbe bietet eine ganz glatte, wie es scheint gespannte Oberfläche dar, durch welche man jetzt mit Leichtigkeit die wie durchsichtige, gespannte, sehr dünnwandige Blasen aussehenden Köpfchenzellen sehen kann. Besonders bei dem in Figur 22 abgebildeten Präparate ist dieses sehr ersichtlich.

Es zeigen also hier die schweinsblasenähnlichen Cuticularsäcke des Trichomes und die Cuticula der Epidermis mit Chlorzinkjod eine verschiedene Färbung. Vielleicht darf diese verschiedene Farbe verschiedenen chemischen Zusammensetzungen zugeschrieben werden.

Für die Kenntnis des Baues der Hydathoden kann man sehr instructive Präparate erhalten, wenn man die Schnitte erst in Eau de Javelle oder Kaliumalcoholat liegen lässt und sie dann, nach vorherigem Auswaschen, mit verschiedenen Anilinfarbstofflösungen behandelt. In Fig. 43 ist eine derartig mit Gentiana-violett gefärbte Hydathode abgebildet. Der jetzt stark aufgeblähte fast farblos gebliebene, hyaline Cuticularsack hebt sich sehr scharf gegen die dunkel gefärbten Hydathoden und Epidermiszellen ab, und die besondere Zartheit dieser fast wie eine Seifenblase aussehenden Cuticularhülle fällt hier sehr auf. Von Oberflächenschnitten der Innenkelchwand erhält man auch sehr schöne Praeparate, wenn man sie in obiger Weise durchscheinend gemacht hat und sie dann mit Safranin-Anilinwasser und sie nachträglich mit Boehmer'schem Haematoxylin behandelt. Wie Fig. 18 zeigt sind alle Hydathoden dann prachtvoll kirschroth und das epidermale und subepidermale Gewebe schön violett gefärbt. Die rothe Farbe der zarten epidermalen Cuticula schadet in diesem Falle keineswegs der Deutlichkeit des Bildes, weil ja die dunklere violette Farbe der dickeren unter derselben liegenden Membranschichten und Membranen durch diese zarte rothe Schicht hindurchscheint, ebenso wie dieses bei Chlorzinkjodpräparaten von Oberflächenschnitten der Fall ist (Fig. 16). Sehr scharfe Bilder der Hydathoden bekommt man auch, wenn

durchscheinend gemachte Oberflächenschnitte erst in verdünnte Jod- oder Jodjodkaliumlösung gelegt werden, dann in Wasser abgespüllt und beobachtet wird in Wasser, dem nur Spuren von Schwefelsäure zugesetzt sind. Im ersten Falle heben sich die Hydathoden als schön hellgelb oder bräunlichgelb gefärbte Scheiben gegen die fast farblos gebliebene Epidermis ab, während im anderen Falle die Farbe der Scheiben mehr bräunlich ist und die der epidermalen und hypodermalen Schicht eine sehr schwach violette. In beiden Fällen sieht man im Centrum jeder dieser Scheiben einen dicken dunkelbraunen Ring. Dies ist die stark verdickte im optischen Querschnitt getroffene Stielzelle.

Legen wir zarte mit Eau de Javelle behandelte Oberflächenschnitte in concentrirte Schwefelsäure so sind innerhalb weniger Minuten nur die Cuticula der Epidermis und Stielzelle mit der blasenartigen Hülle der Köpfchenzellen der Hydathoden übrig geblieben. Und zwar ist die epidermale Cuticula häufig nur bei schiefem Lichte oder nach Färbung deutlich zu sehen. Die Hydathoden fallen aber jetzt sehr auf durch die bräunlichgelbe, sehr dickwandige, cylindrische Stielzelle, welcher die ballon-artig aufgeblähte, *ganz intact gebliebene* Hülle der Köpfchenzelle aufgesetzt ist. Von den übrigen Membranen des Wasserapparates ist keine Spur mehr zu sehen. Auch die Querwände sind vernichtet, und wenn man die Schnitte von unten beobachtet, sieht man durch die perforirte Epidermiswand in den Hohlraum des eigenthümlichen Gebildes hinein. Bei dem leisesten Druck auf das Deckglas, reissen die Hydathoden von der epidermalen Cuticula ab und man sieht nur bei sehr vorsichtiger Behandlung ein Bild wie Fig. 40 es darstellt. Die meisten der gestielten Kugeln schwimmen in der Beobachtungsflüssigkeit frei umher (Fig. 41). Die Verbindung zwischen der Kugel und dem Stiele ist eine sehr feste, und nur einige Male sah ich eine Trennung von Kugel und Stiel.

Noch muss hier bemerkt werden, dass die Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure mir die Überzeugung gegeben hat, dass die Widerstandsfähigkeit der ballonartigen Hydathodenhüllen

in keinem Falle eine geringere ist, wie die der epidermalen Cuticula. Und da nun dass Wasser ausschliesslich durch die Hydathoden und durch die gewöhnlichen Epidermiszellen ausgeschieden wird, so ist dieses besonders bemerkenswerth.

Bevor ich jetzt zur Schilderung desjenigen übergehe, was mir die Untersuchung über Zellinhalt der Hydathoden und der übrigen Kelchepidermiszellen, ganz besonders des Protoplasmas und des Zellkerns bekannt geworden ist, muss ich hier noch bemerken, dass Spaltöffnungen nur auf der Aussenwand des Kelches von mir gefunden wurden, und dass ich an der Kelchinnenwand überall lückenlose Verbindung der Epidermiszellen constatiren konnte.

Während in äusserst jungen Blüthenknospen, wo die Hydathoden noch nicht alle angelegt sind, ist der Unterschied zwischen dem Plasmareichthum der Kelchinnenwandtrichome und der Epidermiszellen, sowie des Parenchyms nur ein geringer und während in diesem Stadium die Zellen grosse Vakuolen besitzen, ist bei etwas älteren Blüthenknospen und besonders bei Blüthen und Fruchtkelchen der Unterschied ein höchst bemerkenswerther. Es strotzen dann nämlich die Hydathoden, und von diesen hauptsächlich die Köpfchenzellen, von Protoplasma, während bei den übrigen genannten Gewebszellen nur ein relativ dünner Cytoplasma-Wandbelag gefunden wird. Besonders fällt dieser relative Plasmareichthum der wasserausscheidenden Organe auf, wenn man mit Iod oder mit Anilinfarbstoffen z. B. mit Anilinblau, Congoroth u. s. w. das Plasma färbt. In der Stielzelle fand ich verhältnissmässig viel weniger Cytoplasma, wie in den Köpfchenzellen.

Bei aufgesprungenen Fruchtkelchen ist wie zu erwarten war der Plasmareichthum der Hydathoden ebenso gering, wie in den Epidermis- und Parenchymzellen. Sind ja hier die Hydathoden bereits ausser Funktion. Solange aber vom Kelch reichlich Wasser ausgeschieden wird, ist der relative Plasmareichthum der Hydathoden ganz auffallend.

Es muss hier hervorgehoben werden, dass die Cytoplasten der Fusszellen häufig mit dem Cytoplast der Stielzelle so fest

verbunden sind, dass der Zusammenhang selbst noch bestehen bleibt, wenn durch Einwirkung concentrirter Schwefelsäure die nicht cuticularisirten Zellwände zerstört wurden und infolge dessen verschiedene Hydathoden sich von der Epidermalcuticula losgerissen haben und sich in der Beobachtungsflüssigkeit frei umherbewegen. Die Protoplasten dieser Fusszelle sieht man dann, wie die Fig. 46 zeigt, mit dem Protoplasmainhalt der Stielzelle zusammenhängen.

Ein Vergleich der Zellkerne der Hydathoden und der Epidermis- und Parenchymzellen ergiebt Folgendes.

Die Lage der Kerne in den Köpfchenzellen und in den Fusszellen scheint sehr constant. In ersteren fand ich die Zellkerne nämlich immer ungefähr in der Mitte derselben, während ich die Kerne bei den Fusszellen fast immer nur im unteren Ende fand. In der Stielzelle fand ich den Kern, sowie bei den Epidermis- und Parenchymzellen in verschiedenster Lage.

Weder in Grösse, noch in Form des Zellkernes konnte ich bei älteren Blüthenknospen, Blüthen und Fruchtkelchen grosse Verschiedenheiten zwischen den Epidermis- und Hydathodenzellen bemerken.

Die Grösse der ruhenden Kerne variirte zwischen 4—5 μ, und die Form von eiförmiger und kugeliger bis zu ziemlich unregelmässiger Gestalt. In Fig. 35 a—p sind einige Kerne abgebildet nach Behandlung mit Methylgrünessigsäure.

Die Kerngrösse in den in Bildung begriffenen Kelchinnenwandtrichomen war selbstverständlich viel grösser, als wie das oben für ausgebildete Zellen angegebene Mass. Der Nucleolus eines derartigen Zellkernes ist sogar wie die Figuren 31 und 32 zeigen zuweilen allein fast so gross wie der ganze Zellkern einer ausgebildeten Epidermis- oder Köpfchenzelle.

Mit verschiedenen Tinctionsmitteln zeigten in stark funktionirenden Hydathoden die Zellkerne der Köpfchenzellen nicht selten eine Verschiedenheit in der Stärke der Färbung von den jungen Epidermis- und Parenchymzellen. Mit Safranin färbten sich die Kerne der letzteren z. B. schneller und stärker wie die der Hydathoden.

Mit Methylgrünessigsäure wurden die Nucleolen sehr dunkel, fast pechschwarz tingirt. Es wurde in den Kernen der fertigen Kelchzellen mit Ausnahme einzelner Epidermiszellen sehr junger Blüthenknospen nur ein Nucleolus gefunden. Ein derartiger Kern in Figur 35 h abgebildet.

Während bei allen beobachteten Zellkernen in den functionirenden Kelchen stets eine körnige Structur des Kerngerüstes wahrgenommen werden konnte, deren Chromatinkörner sich mit Fuchsin-Iodgrün oder Fuchsin-Methylgrün gut färben liessen, zeigten die Zellkerne ein gelatinöses, homogenes Aussehen, wenn sehr alte nicht mehr functionirende Hydathoden untersucht wurden, z. B. bei aufgesprungenen Fruchtkelchen. Merkwürdig war noch dabei, dass mir die Tinction derartiger Kerne nicht gelang, während das Cytoplasma sich deutlich tingirt hatte. Die wahrscheinlich in Desorganisation begriffenen Zellkerne heben sich jetzt als schimmernde gelatinöse weissliche Flecke gegen das gefärbte Plasma ab. Eines der von mir untersuchten ausser Function getrennen Trichome lieferte fast genau das Bild wie dies in der schönen Arbeit von Frau Schniewind—Thies über Nectarien [1]) in den Fig. 122 und 116 vorkommt. Das letztere erinnerte an den Desorganisationsprocess innerhalb einer Köpfchenzelle und das erstere an dasjenige innerhalb der Stielzelle.

Im Obigen haben wir uns ausschliesslich mit der Innenwand des Kelches befasst und wo bei der Besprechung des Hydathoden resp. Trichomen nichts Specielles hinzugefügt wurde, hat Alles nur Bezug auf die Kelchinnenwand.

Eine Untersuchung der Aussenwand des Kelches lehrt wie schon angedeutet wurde, dass sich auch dort eine grosse Zahl nach demselben Typus gebaute Trichome befinden. Bemerkenswert ist hierbei, dass die Aussenwand bereits ganz dicht mit derartigen Trichomen bedeckt ist, wenn die Innenwand noch keine Trichom-Hydathoden gebildet hat und dass von dem Augenblicke an wo die Zahl der Kelchinnenwand-Hydathoden zunimmt,

---

1) l. c. Tabula 7.

der Inhalt derselben reicher an Protoplasma wird und deren Functionsfähigkeit steigt, die meisten der Aussenwandtrichomen protoplasmaarm werden und zum Teil ganz zu Grunde gehen. Und dieses zwar bereits auf Blüthenkelchen, in welchen die Innenwandtrichom-Hydathoden gerade alle von Protoplasma strotzen und kräftig Wasser secerniren. Dieses Functionsloswerden und Zugrundegehen tritt aber nicht bei allen Trichomen auf der Kelchaussenwand ein. Es ist dies nur der Fall mit den zwar aussen an Zahl dominirenden, aber an Grösse den Innenwandtrichomen zurückstehenden Trichomen. Nicht der Fall ist es mit einer geringen Anzahl auch nach dem Innenwandhydathodentypus gebauten Trichomen und zwar scheinen diese ebenso lange functionsfähig zu bleiben, wie die letzteren. Wenigstens ist ihr Plasmareichthum auffallend. Ihre Gesamtzahl steht der der Innenkelchwandhydathoden weit zurück. Sie sind nach 2 Typen gebaut. Der eine Typus ist in Grösse und Bau den Innenwandhydathoden genau gleich. Der andere Typus besteht ebenfalls in einer Stielzelle mit sehr dicker, ganz cuticularisirter Wand und einer einzelnen Schicht von Köpfchenzellen. Aber dieselben sind grösser (Fig. 42), haben eine relativ viel grössere Zahl Köpfchenzellen, welche ausserdem derartig gruppirt sind, dass durch diese Zellschicht eine Art Schüssel gebildet wird. Während nun die Kerne dieser Schicht immer genau in der Mitte liegen, wird die Aehnlichkeit mit einem Schüsselnectarium im Allgemeinen so gross, dass ich nicht unterlassen darf, hierauf die Aufmerksamkeit zu lenken. Allerdings muss der Beweis geführt werden. Mein Alcoholmaterial eignete sich nicht dazu.

Wir hätten hier, wenn meine Annahme sich als richtig erweist, wieder ein Beispiel, wie Haberlandt schon verschiedene entdeckt hat, und wie ich auch bei mehreren anderen wasserhaltigen Kelchen gefunden habe, der Entstehung von Trichom-Nectarien aus Hydathoden. Mit der Functionsänderung wäre hier nur geringe Veränderung in Form und Grösse zu bemerken.

Sehr eigenthümlich ist aber, dass an der Kelchinnenwand nur in dem unteren Teile und nur in geringer Zahl sich auch derartig schüsselförmige Trichome befinden. Weil nun aber in dem

ausgeschiedenen Wasser von Dr. Boorsma keine Spur Zucker aufgefunden werden konnte muss für diese Innenwandtrichome auch Hydathoden- und keine Nectarienfunction angenommen werden, es sei denn, dass die geringen Spuren reduzirender organischer Substanz, welche Dr. Boorsma in dem Kelchwasser entdeckt (siehe unten) wirklich Zucker wäre.

Eine blasenförmige Abhebung der Köpfchenzellen, eine Cuticula, wie dieselbe bei den echten typischen Innenwandhydathoden so auffallend war, habe ich bei diesen Schüsselnectarien ähnlichen Gebilden nie beobachtet. Einige Zahlen der Trichomzahl pro Quadratmillimeter mögen hier Erwähnung finden. Zugleich muss ich aber speciell hervorheben, dass nach dem oben Mitgetheilten über Plasmagehalt, Desorganisation und Functionsrückgang bei den verschiedenen Trichomen an verschiedenen Zeitpunkten während der Kelchentwickelung, keine direkten Schlüsse aus derartigen nackten Zahlen gezogen werden dürfen. Speciell bei *Parmentiera* werde ich auf diesen Punkt noch zurückkommen müssen.

Auf der Kelchwand einer älteren Blütenknospe wurden von mir folgende Trichomzahlen pro Quadratmillimeter ermittelt: 1) An der Innenwand 50—60 und an der Aussenwand 134 Stück. Bei vergleichender Untersuchung zeigten sich jedoch die ersteren 50—60 *alle* reich mit Protoplasma gefüllt, während dies von der grossen Zahl der anderen nur für höchstens 15—20 galt, und die übrigen ausserordentlich plasmaarm und zum Teil sogar bis auf die Stielzelle ganz zu Grunde gegangen waren.

Die Spaltöffnungszahl an der Kelchaussenwand beträgt ungefähr nur 5—6 pro Quadratmillimeter. An der Innenwand fehlen wie gesagt dieselben ganz.

Auf sehr jungen Corollen fehlen die Trichome. Aber bei etwas älteren etwa 10 mm. langen, noch in der Knospe mit Wasser umgebenen Blütenkronen fand ich einige den Kelchhydathoden ähnlich gebaute Trichome, aber nur an den Zipfeln. Diese kommen für Wasserausscheidung wohl nicht viel in Betracht, weil die Corolla nach diesem Stadium schnell aus dem Kelche herauswächst. Der Tubus ist aussen ganz ohne Haare, innen be-

finden sich aber auf demselben zahlreiche, einzellige, spitze, schief nach unten gerichtete Trichome. Dieselben werden wohl hinsichtlich der Wasserausscheidung weniger Beachtung verdienen und eher einem anderen Zwecke dienen.

Was den Kelch anbetrifft, so muss hier zuletzt noch eine merkwürdige Erscheinung erwähnt werden, auf welche mich Prof. Schimper zuerst bei *Parmentiera* aufmerksam machte, nämlich die Schleimausscheidung der Kelchinnenwand und wahrscheinlich auch durch die Corollaaussenwand. Ich bedaure es sehr, dass mir diese Beobachtung bei der vorläufigen Durchmusterung des lebenden Materials in Java entgangen ist, denn jetzt in Bonn bin ich leider nur im Stande über diese und die anderen species an Alcoholmaterial einige diesbezügliche Untersuchungen ein zu stellen.

Am Schlusse dieser Abhandlung wird in den allgemeinen Betrachtungen noch auf die Schleimausscheidung zurückzukommen sein, besonders in der meiner Meinung nach sehr richtigen Ansicht von Goebel, welcher die Schleimschichten als „Schutz gegen das Wasser" auffasst.

Einige Beobachtungen mögen hier jedoch erwähnt werden. Die Aussenwand der Innenkelchepidermis und der Epidermis der Corolla-aussenseite (oder auch als Unterseite zu bezeichnen), sind beide mit nur einer äusserst zarten Cuticula überzogen. Beide sind ungefähr 4 μ dick und beide quellen bei Behandlung von fast concentrirter Schwefelsäure bis zu der $2\frac{1}{2}$ fachen Dicke auf und bilden dann eine gelatinöse, ohne Färbung in Wasser kaum sichtbare Masse, an deren Aussenseite man als äusserst zartes, aber deutlich sichtbares Häutchen die Cuticula beobachtet. Auf der Aussenseite dieser Cuticula sieht man dann sowohl bei dem Kelche, wie auch bei der Corolla dieselbe dünne Schleimschicht, welche auch vor der Schwefelsäure bei dem Alcoholmaterial beobachtet wurde. In der meist nur 1—$1\frac{1}{2}$ μ dicken Schleimschicht, welche nicht von der Schwefelsäure zerstört worden ist und kaum gequollen scheint, liegen zahlreiche Körnchen und eine erhebliche Zahl von Bacillus ähnlichen Microorganismen eingebettet.

Diese Microorganismen wurden von mir in allen lebend untersuchten Kelchen in erheblicher Menge gefunden. Weil ich dieselben meist in schleimähnlichen Colonien beisammen fand, und weil es mir zugleich aufgefallen war, dass das in den Blütenkelchen enthaltene Wasser stets schleimig war, suchte ich zwischen diesen Colonien und dem Schleimgehalte einen Verband. Es scheint mir jetzt jedoch wahrscheinlicher, dass diese Schleimmassen nicht von den Bacterien, sonderen von der Corolla- und Kelchepidermis herrühren.

Diese Microorganismen scheinen der Pflanze nicht im geringsten zu schaden. In keinem Blütenkelche fehlen sie. Sie dringen wohl in den mit Wasser angefüllten Hohlraum durch die zwischen den Kelchzipfeln (siehe oben) offen bleibende Communication mit der Aussenluft ein, ebenso wie dies für die Kelche von *Spathodea campanulata* von Treub angenommen wurde. Ebenso wie bei letzterer Pflanze muss hier bei *Clerodendron Minahassae* an eine Art Symbiose gedacht werden. Welcher aber der Nutzen, den hier die Phanerogame von den Microorganismen zieht, muss dahin gestellt bleiben. Möglich ist es, dass in dieser Hinsicht überhaupt kein Nutzen vorliegt.

In dem Alcoholmaterial lassen sich die Schleimklumpen mit dem unbewaffneten Auge wahrnehmen. Sie zeigen sich als stark lichtbrechende, weissliche, undurchsichtige Plättchen ähnliche Stücke. Diese Stücke bestehen, wie stärkere Vergrösserung lehrt, aus zahllosen Bacillus ähnlichen Microorganismen und unregelmässig ausgebildeten ziemlich grossen cystolithenähnlich aussehenden Stücken, welche in einem wasserhellen Schleim eingebettet sind. Einige Tropfen Salzsäure genügen, um diese weisslichen, wahrscheinlich aus Calciumcarbonat bestehenden amorphen Partikel unter starkem Aufbrausen verschwinden zu lassen. Kalkoxalatkrystalle, wie ich sie in grosser Zahl im Kelchparenchym der Blüthen beobachtete scheinen in diesen Kalkconcretionen zu fehlen. Weil nun aber angenommen werden muss, dass das Calciumcarbonat dieser Concretionen im Wasser-Residu des Kelchraumes zugleich mit Wasser (oder vielleicht auch mit dem Schleim) von den Kelchhydathoden in

gelöster Form ausgeschieden wurde, muss also vor dem Transport nach aussen eine Umsetzung des Oxalats in Carbonat innerhalb des Kelches statt gefunden haben.

Das frisch gesammelte Wasser einiger Wasserkelche von *Clerodendron Minahassae* wurde auf mein Ersuchen chemisch untersucht. Dr. Boorsma, Chef der pharmacologischen Abteilung des botanischen Gartens in Buitenzorg hatte die Güte, es zu untersuchen. Die mir schriftlich von Dr. Boorsma mitgeteilten Resultate lasse ich hier übersetzt wörtlich folgen:

„Das Filtrat reagirt deutlich alcalisch und zeigt eine „schwache Opalescenz. Nach Verdunstung bleiben 0,7 % feste „Stoffe zurück, welche nur eine Spur Asche enthalten. Diese „Asche besteht aus Kalium- und Calciumcarbonat. Andere „Basen oder Säuren konnten nicht gefunden werden. Aus dem „Aufbrausen, welche die Flüssigkeit nach dem Zusatz von „Säure zeigt, muss gefolgert werden, dass das Kaliumcarbonat „als solches ursprünglich anwesend ist, sodass hierdurch die „alcalische Reaction der Flüssigkeit einleuchtend wird. Was „die organischen Theile des Verdampfungsrestes betrifft, kann „nur mitgetheilt werden, dass dieselben nicht eiweissartiger „Natur sind, sondern eine Spur einer in erwärmtem Alcohol „löslichen reducirenden Substanz enthalten."

---

§ 2. Parmentiera cerifera Seem.

Dass die Kelche bei dieser Art auch Wasser enthalten, wurde von Prof. G. Kraus im Jahre 1894 zuerst an einer Pflanze im botanischen Garten zu Buitenzorg entdeckt. In dem Ergänzungsbande der Flora oder allgemeinen botanischen Zeitung p. 435—437 wurden von Kraus einige Notizen über diesen Fund publizirt. Diese kurzen Notizen tragen, wie der Autor selbst angiebt, nur einen vorläufigen Character, weil sie ja hauptsächlich bezwecken die Aufmerksamkeit künftiger Besucher des Buitenzorger Gartens auf diese Erscheinung zu lenken. Indessen enthalten diese Notizen viele interessante Beobachtungen.

Soweit ich dieselben Beobachtungen an der lebenden Pflanze nicht auch gemacht habe, werde ich dieselben mit den Zeichen „ " citiren.

Die nachfolgenden anatomischen Untersuchungen wurden an Alcoholmaterial gemacht, das von mir an derselben Pflanze im Buitenzorger Garten gesammelt ist, an welcher Kraus seine Beobachtungen angestellt hatte. Ausserdem wurde von mir Lebendfärbung der Hydathoden ausgeführt.

Zur Zeit (Februar 1896) als ich das Material einsammelte, trug der baumartige Strauch alle Altersstadien von Blüthenknospen und Blüthen, sowie unreife Früchte. Die Blüthen sitzen zu mehreren kurz gestielt an dem alten Holze und zwar fast nur an den älteren entblätterten Aesten, aber auch vereinzelt an dem oberen Stammtheil. Weil aber die Zweigende ziemlich reich beblättert sind, sitzen die Blüthen wirklich wie Kraus schon angiebt mehr oder weniger „*im Laube versteckt*". Hier haben wir also einen Gegensatz zu den Fällen, wo die Wasserkelche in terminalen Blüthenständen der Sonne exponirt sind, wie bei *Spathodea campanulata* und bei *Clerodendron Minahassae.*

Die Blüthen stecken in einem einseitig aufgeschlitzten Kelche, „zwischem dem und der Corolla zu geeigneter Zeit ein grosser heller Wassertropfen sitzt, der bald abtropft und verschwindet." Die Blüthenknospen, sowohl die älteren, wie die jungen (z. B. von 4 mm. Länge) sind zu jeder Zeit prall mit Wasser gefüllt.

Aus meinen Figuren 45, 46 und 50 geht die eigenthümliche Form der Blüthenknospe hervor. Bei sehr jungen Knospen hat dieselbe eine spindelförmige Gestalt und ist dabei aber schnabelförmig zugespitzt und augenscheinlich, aber in Wirklichkeit nicht, vollkommen geschlossen [1]). An 0,005 mm. dicken Mikrotomschnitten war letzteres an weniger als 5 mm. langen Knospen leicht zu sehen.

---

1) In Engler und Prantl l. c. sind dieselben viel länger zugespitzt. Bei der in Buitenzorg cultivirten Pflanze war aber bei so grossen Knospen wie l. c. abgebildet die Spitze nie mehr schnabelförmig ausgezogen.

An Handschnitten täuscht man sich aber leicht und meint, wie auch Kraus l. c. 436 angiebt, es sei der Kelch von früh auf ein „völlig geschlossener Körper, an dem man nicht die geringste Zusammensetzung aus Blättern wahrnimmt." Es sind im Gegenteil sehr deutliche, unter einander sogar ganz frei bleibende Kelchzipfel vorhanden, und Bau und Anordnung sind höchst interessant. Eine nähere Betrachtung der Kelchspitze möge daher hier am Platze sein.

Betrachtet man eine auf einander folgende Serie von 5 μ dicken Querschnitten durch die Spitze eines ungefähr 8 mm. langen Kelches, so ergiebt sich, dass die scheinbar geschlossene, fast 1 mm. dicke schnabelförmige Spitze an keiner Stelle vollkommen geschlossen ist, sondern aus 5 ungleich grossen, dicken, kurzen Kelchzipfeln besteht, welche klappig mit den Rändern an einander schliessen. In Fig. 55 und 59 sind derartige Querschnitte abgebildet. In letzter Figur ist einer der untersten Schnitte abgebildet. In derselben ist nur noch ein Kelchzipfel zu sehen. Dieser untere Zipfel ist an der Spitze in die Breite gewachsen und ist in jeder Hinsicht mit einer der Treub'schen „Languettes" von *Spathodea campanulata* zu vergleichen.

Eine stärkere Vergrösserung der Berührungsflächen der Kelchzipfel lehrt (Fig. 58) besonders an etwas älteren Knospen, dass die einzelnen Zellen der Flächen durch starke faltenförmige, ungleich hohe, in älteren Knospen cuticularisirte Verdickungen einen zackigen Umriss erhalten und sich so in einander fügen, dass eine vollständige Verzahnung der Ränder eintritt, ganz ähnlich wie an den Zahnnähten der Schädelknochen. Und ähnlich wie ich es auch bei anderen Wasserkelchen gefunden habe. Durch diese Zahnnähte und dadurch, dass die Kelchzipfel nicht wie bei *Clerodendron Minahassae* gerade Ränder behalten haben, sondern durch ungleiches Wachsthum der Kelchröhre mehr oder weniger gedreht sind, ist ein noch festerer Verschluss hergestellt wie dort. Dieser Verschluss mag wohl darauf hinzudeuten sein, dass es für die Pflanze von hohem Gewicht ist, dem Wasser in der Knospe den Austritt zu erschweren.

Drückt man mit den Fingern auf solche junge Knospen, dann gelingt es nicht Wasser aus der Spitze herauszupressen. Gerade durch den Druck legen sich die Zahnnahtwände noch fester an einander, weil ja die Berührungsflächen der Kelchzipfel in Folge des ungleichen Wachsthums mehr oder weniger spiralig angeordnet sind, und ein seitlich gegen die unteren Theile der Kelchzipfel ausgeübter Druck auch sofort ein kräftigeres Aneinderdrücken der oberen Teile hervorbringt und somit den Verschluss der Knospe bedingt.

Es wird jetzt wohl kaum nötig sein auf das Gewicht folgender Bemerkung Raciborski's die Aufmerksamkeit zu lenken:

„Da wo es sich um genaue Ermittlung der Verschlussvorrichtungen der Blüthenknospen handelt, liefern uns die Handschnitte nur selten brauchbare Resultate; häufig führen sie uns irre. Durch Mikrotomschnitte kann man solche Übelstände vollständig vermeiden."

Nach dem oben Mitgetheilten wird es deutlich sein, warum in dem *nicht* medianen Längsschnitte Figur 58 nur ein Paar der Cuticularzahnnähte getroffen wurden.

Obwohl nun also der Verschluss sehr junger Knospen täuschend fest ist, sind die Kelchzipfel an fast geöffneten Knospen (Fig. 50) schon mit der Lupe zu sehen. Und ein auf den Kelch seitlich ausgeübter Druck lässt dann, wie man auch mit der Lupe schon sehen kann, Wasser zwischen den Zipfeln austreten.

An der Aussenseite ist der Kelch von Jugend an fast ganz nackt, nicht behaart und nur spärlich beschuppt. In den Figuren 62 und 65 sind derartige Schuppen abgebildet. Dieselben werden sehr früh angelegt. Wenigstens an kaum 8 mm. langen Knospen waren dieselben schon zum grossen Theile ohne plasmatischen Inhalt. Es sind also keine secernirende, sondern nur schützende Trichome. In dem Alcoholmaterial haben sich dieselben durch ihre strohgelbe Färbung schon mit der Lupe gegen den schwarz gefärbten Kelch ab.

Auf diese schwarze Farbe des Kelches werde ich unten noch näher eingehen.

Zunächst verdienen die bereits mit unbewaffnetem Auge als

schwarze Punkte sichtbaren Schüsselnectarien in der oberen Hälfte der Kelchaussenwand erwähnt zu werden. Der Bau derselben ist charakteristisch und phylogenetisch äusserst interessant. Bisher waren dieselben bei *Parmentiera* und bei *Crescentia*, wo ich sie auch fand (siehe hierunter) nicht bekannt. Aber bei einigen anderen *Bignoniaceae* waren sie bereits aufgefunden. Ich werde hier folgen lassen, was über diese Nectarien von Prof. K. Schumann in Engler und Prantl Th. IV, Abt. 3 *b* p. 195 gesagt wird: „Schüsselnectarien sind für einige Gattungen sehr charakteristisch, so z. B. besitzen sie nahezu alle Arten der Gattung *Adenocalymna* und in vielen Fällen wird man unter Zuhülfenahme anderer Merkmale daran die Gattung erkennen, doch sind auch einzelne Arten anderer Gattungen damit versehen, wie z. B. *Arrabidaea*. Sie finden sich dort besonders auf den Kelchen, aber auch auf den Bracteen und Bracteolen in der Form von kreisförmig umrissenen, schwarzgefärbten Vertiefungen. Den Blättern einzelner Gattungen fehlen sie ebenfalls nicht und erzeugen hier, bald von der Oberseite her, bald von der Unterseite durchscheinende Punkte. Die Anatomie weist den typischen Bau der Schüsseldrüsen auf: der vertiefte Hohlraum ist dicht gedrängt erfüllt von den senkrecht gestellten secernirenden Zellgruppen". (Schumann l. c.).

Zu dieser Nectarienbeschreibung, welche auch für *Parmentiera* und *Crescentia* gilt, mögen nun noch folgende an genannten Pflanzen angestellten Beobachtungen hinzugefügt werden.

Diese Nectarien sitzen bei beiden Pflanzen an der Blüthenknospe fast nur an der oberen Hälfte der Aussenseite und zwar bei *Parmentiera* in viel geringerer Zahl als bei *Crescentia*. Bei der letzteren Species mag die Zahl etwa 15 betragen. Sie sind ziemlich unregelmässig auf der Oberfläche vertheilt. Bei *Parmentiera* war die Farbe im Leben, soweit ich mich erinnere, kaum verschieden von der Kelchröhre, die im Leben schwarz-violett ist. Bei Alcoholmaterial sind beide schwarz. Bei *Crescentia* sind die lebenden Blüthenknospen aussen hell grün und in Alcohol fast schwarz. Im Leben sind die Nectarien aber nicht schwarz, sondern ins Graue spielend. Bei *Crescentia* wird bereits bei sehr jungen Knos-

pen z. B. bei solchen, welche kaum $\frac{1}{4}$ der vollkommenen Grösse erreicht haben, von den Schüsseldrüsen überflüssiger Saft ausgeschieden, was man leicht mit der Lupe sehen kann. Dieser Saft [1]) ist fast zweifellos Nectar und die Schüsseldrüsen von *Crescentia* und *Parmentiera* extranuptiale Nectarien. Bei erstgenannter Pflanze stehen diese Nectarien, wie ich mich durch Beobachtung überzeugte mit Myrmecophilie in Verband, insofern als dieselben sehr fleissig von einer schwarzen Ameisenart besucht werden. Diese Ameisen legen so viel Werth auf diesen Nectarsaft, dass sie sich kaum von mir verscheuchen liessen und dennoch, als ich sie endlich von einer Knospe verjagt hatte, nachher sofort dorthin zurückliefen. Obwohl nun die Sicherheit, dass der ausgeschiedene Saft Zucker enthält, allerdings erst später von mir gegeben werden kann, so ist jedenfalls die Wahrscheinlichkeit auf Grund dieser Wahrnehmungen und des anatomischen Baues sehr gross. In wiefern die Pflanzen in ihrer Heimath Vorteil aus diesem Ameisenbesuch ziehen, muss, solange noch keine Experimente vorliegen, dahingestellt bleiben. In Java sind beide Pflanzen aus dem tropischen Amerika eingeführt und keine von beiden dort verwildert. *Parmentiera* wächst, soweit mir bekannt, nur im botanischen Garten, während *Crescentia* besonders im mittleren und südlichen Theile ein nicht selten cultivirtes Bäumchen ist.

Schimper hat zuerst gezeigt, was Belt und Delpino behauptet, aber keineswegs experimentell bewiesen haben, nämlich, dass die extranuptialen Nectarien Lockmittel für Ameisen darstellen, und er hat auf Grund eigener Beobachtungen ihre grosse Verbreitung im tropischen und subtropischen Amerika nachgewiesen.

Die bereits von Belt und Delpino angenommene Bedeutung d. h. Schutz der Pflanzen gegen schädliche Tiere hat ebenfalls durch Schimper's Untersuchungen besonders an *Cecropia* und *Acacia acrocephala* in hohem Masse an Wahrscheinlichkeit zugenommen. Nachher gelang es Burck in Buitenzorg durch Versuche

---

1) Nach Rückkehr in Buitenzorg hoffe ich diese Lücken am lebenden Materiale auszufüllen.

ebenfalls für einzelne Pflanzen des malayischen Archipels in schlagender Weise diese Bedeutung zu zeigen.

In meinen Figuren 45—47, 49*a*, 49*b* und 50 sind einige Schüsselnectarien von *Parmentiera* in natürlicher Grösse und schwach vergrössert abgebildet. In Fig. 61, 63 und 64 findet man Längsschnitte derselben bei stärkerer Vergrösserung.

Es sei hier erwähnt, dass alles, was jetzt in diesen Paragraphen folgt, ausschliesslich *Parmentiera* gilt. *Crescentia* wird nachher besonders behandelt werden.

Die Schüsselnectarien zeigen, wie aus der Vergleichung der Figuren 84 und 86 treffend hervorgeht, eine auffallende Uebereinstimmung mit den Corollatrichomen. Sie bestehen aus einer ungeheuer grossen Stielzelle und etwa 500 dünn cylindrischen, schlauchartigen Köpfchenzellen. Letztere strotzen von Protoplasma und besitzen je einen chromatinreichen, meist rundlichen Zellkern. Die Stielzelle ist relativ nicht reich an Plasma, besitzt dagegen einen Zellkern, dessen Durchmesser 7 mal länger ist, wie der eines Köpfchenzellenkernes, und der Nucleolus ist allein fast so gross wie der ganze Kern dieser Köpfchenzellen. Die grosse Stielzelle enthält ausserhalb des Plasmas und des Kernes, welche zusammen relativ wenig Platz einnehmen, fast nur Zellsaft. Durch eine vergleichende Betrachtung des Alcoholmaterials bekommt man den Eindruck, dass diese Stielzelle der Centralsammelplatz des auszuscheidenden Saftes ist. Die Ausscheidung erfolgt nun von den langgestreckten Köpfchenzellen. In letzteren fand ich nebst reichlichem Plasma und 3 μ grossem Zellkern stets ziemlich grosse Vakuolen. Einige Zellschichten, welche sich unmittelbar unter der Stielzelle befinden, zeichnen sich vor den übrigen Zellen des Kelches durch besondere Kleinheit aus. Die Form derselben ist aber auch eine polyëdrische. Der Plasmagehalt in diesen Zellschichten ist etwas grösser, als der der übrigen umgebenden Zellen. In den meisten Schnitten fand ich unterhalb dieser nicht scharf begrenzten kleinzelligen Schicht Gefässbündelendigungen.

Die cylindrischen Köpfchenzellen des Nectariums stehen mit ihren Grundflächen senkrecht auf der ganzen runden Oberfläche

der Stielzelle dicht gedrängt, ohne Intercellularräume. Diese obere Wand der Stielzelle, also die Berührungsfläche zwischen der Sammelzelle und den Secretionszellen, wenn ich erstere so nennen darf, zeigt sich nicht cuticularisirt. Ganz anders verhält es sich mit einem schmalen Streifen der Stielzelle unmittelbar am Fuss derselben. Auf derselben mündet keine einzige der cylindrischen Köpfchenzellen. Es zeigt dieser bandförmige Ring nach Behandlung mit Chlorzinkjod eine dunkelbraune Färbung, während die ganze übrige Oberfläche violett ist. Obwohl nun dieser Ring sich von dem übrigen Theile der Stielzellenwand schon durch seine chemische Zusammensetzung, scharf abhebt, so ist dieses durch seine aussergewöhnliche Dicke in noch höherem Masse der Fall. Zweifellos wird durch diesen starken besonderen Bau mechanischen Principien nachgestrebt und letztere in ausgezeichneter Weise erfüllt. Dieser verdickte Ring hat nämlich nicht allein das grosse Gewicht der circa 500 mit Plasma und Zellsaft gefüllten Köpfchenzellen ganz zu tragen, sondern muss auch bei zunehmendem Turgor im Kelchparenchym dem seitlich starken Drucke widerstehen, weil sonst unzeitige Ausscheidung des Wassers verursacht und der Zugang zum Secretionsapparate eingeengt wird. Was nun noch an diesem Nectarium sehr merkwürdig ist, ist dieses, dass die Ausscheidung des Nectars quer durch eine *geschlossene*, sich nicht abhebende und *nicht zerreissende*, ziemlich *dicke*, *ganz cuticularisirte* Membran, an welcher ich selbst mit Immersion N° I Hartnack weder stark verdünnte, noch perforirte Stellen bemerken konnte, geschieht. Diese Cuticularmembran hüllt also alle die Köpfchenzellen zusammen ein. Dieses cuticularisirte Gebilde umhüllt aber nicht die secernirenden Köpfchenzellen, wie bei den Hydathoden von *Clerodendron Minahassae*, sondern es schliesst diese Membran während der Secretion ziemlich eng an, und die Wände der Köpfchenzellen sind im oberen Theil sogar auch cutinisirt. Behandelt man Längsschnitte der Nectarien mit concentrirter Schwefelsäure, so bleibt die ganze Zellwand des grossen complicirten Secretionsapparates, so weit sie an die Atmosphäre grenzt, ganz erhalten, aber die

ganze Stielzellenwand wird mit Ausnahme des Cuticularinges vollkommen zerstört. Dasselbe gilt auch von den unterhalb der Stielzelle liegenden kleinen, sowie den übrigen Kelchparenchym und Epidermiszellen mit Ausnahme der zarten epidermalen Cuticula. Innerhalb des derartig behandelten Nectariums hängen dann an der Innenseite der Oberwand zahlreiche, nach unten zu dünner werdende, fetzenartige Streifen, deren Länge ungefähr der halben Länge der cylindrischen Köpfchenzellen entspricht und unten an dem stark verdickten Ring der mächtigen Stielzelle sieht man dann als zartes Band die epidermale Cuticula befestigt. Bei der Betrachtung eines so behandelten Schnittes fällt dann noch besonders auf, wie viel dicker und kräftiger die Cuticula des secernirenden Nectariums, als diejenige der Epidermis ist, während man ja das Gegentheil erwarten sollte.

Dieses erscheint mir wichtig, weil soweit meine Beobachtungen reichen, die Cuticula während der Secretion erhalten bleibt, und wir hier wieder ein Beispiel haben, wie flüssiges Wasser quer durch ziemlich dicke, cuticularisirte Membranen ausgeschieden werden kann. Die Cuticula, durch welche die Nectarsecretion erfolgt, zeigt aber bei Untersuchung mit Immersion *tüpfelartig verdünnte*, aber nicht porenartig perforirte Stellen, während alle übrigen cuticularisirten Wände des Schüsselnectariums keine derartig verdünnte Stellen aufweisen. Dieselben befinden sich also nur dort, wo die Membran den Nectar durchlassen muss.

Weil diese aussen geschlossenen Cuticulartüpfelkanäle bei *Parmentiera* nur wenig abweichen (nämlich etwas breiter und weniger zahlreich) von denjenigen in der das Schüsselnectarium von *Crescentia* oben bedeckenden Cuticula, und weil ich von letzterer schönere Präparate erhalten hatte, habe ich mich bei der Abbildung derselben auf *Crescentia* beschränkt. Ich will hier nur bemerken, dass die letzteren nach einem kaum 0,002 mm. dicken Mikrotomschnitt gemacht sind.

Es möge hier bemerkt werden, dass durch diese sehr dicke tüpfelartig verdünnte Membran der complicirte zarte Secretionsapparat einerseits gegen die Ameisen, welche sich den

Nectar holen und gegen die tropische Sonne, ausgezeichnet geschützt ist, andererseits auch andere mechanische Anforderungen erfüllt, (z. B. die starke Oberflächenspannung infolge des oben verbreiterten Nectariumbaues) und zugleich jederzeit durch die conischen Tüpfelkanäle die Diffusion erleichtert ohne dadurch den anderen mechanischen Anforderungen der genannten Cuticula erheblich zu schaden.

Es muss hier noch erwähnt werden, dass das Cytoplasma der Stielzelle sich in einer eigenthümlichen Weise im Alcohol contrahirt, nämlich so, dass durch die obere Plasmawand die Stielzelle scheinbar in zwei Theile geteilt wird, wie dies in den Figuren 63 und 65 zu sehen ist. Der Zellkern liegt dann stets in dem oberen Theil. Es deutet dies wohl darauf hin, dass die intercellularen Plasmaverbindungen des Stielzellenprotoplasmas an der oberen Seite weniger widerstandsfähig sind und weniger zahlreich, wie diejenigen der Unterseite.

In den von mir untersuchten Nectarien (auf Blüthenknospen, aber bereits reichlich secernirenden) lag der Zellkern in der Stielzelle stets in dem protoplasmatischen Wandbelag an dem oberen Theile, also am meisten in der Nähe der secernirenden Köpfchenzellen. In diesem relativ mächtigen Zellkern zieht die auffallende Grösse des nur in Einzahl vorkommenden Nucleolus die Aufmerksamkeit auf sich. Ohne Tinction war der Nucleolus und die Kernwand schon bei nur wenig starken Vergrösserungen deutlich zu sehen. Das Kerngerüst zeigte sich dann nur in einzelnen, sehr dünnen, schwach lichtbrechenden in einander verschlungenen Fäden, während der übrige Theil nur aus Zellsaft zu bestehen schien. Nach Tinction mit Fuchsin-Jodgrün waren in dem stark tingirten Nucleolus des abgebildeten Zellkernes einige grosse Vakuolen sichtbar, während das fadige Kerngerüst kaum deutlicher sichtbar geworden und sich also als sehr chromatinarm erwies.

Das Kerngerüst der secernirenden Köpfchenzellen zeigte sich in demselben mit Fuchsin-Jodgrün gefärbten Schnitte stets reich an Chromatin.

Wir gehen jetzt über zur Betrachtung der Innenwand des

Kelches; nachher zur Corolla und zu den Geschlechtsorganen.

Macht man Längsschnitte durch junge, mit Wasser gefüllte Blüthenknospen (Fig. 51—53) dann zeigt es sich zunächst, dass die Corolla mit Geschlechtstheilen beim Wachsthum des Kelches zurückgeblieben ist, und in solchen jungen Knospen, wie sie in Fig. 51 und 52 abgebildet sind, noch nicht die Hälfte des Kelchtubus haben, während dieselben in einer etwas älteren Knospe (Fig. 53) ungefähr drei viertel der Kelchlänge erreicht haben. Das Zurückbleiben im Wachsthum ist beim Gynaeceum am auffallendsten. Das Androcceum zeigt eine relativ schnelle Entwickelung. Die Zipfel der Blüthenkrone, welche in nicht zu jungen Blüthenknospen, z. B. in Fig. 53, oben wiederholt gefaltet und ausserdem gedreht sind, legen sich derartig auf einander, dass durch dieselben mit der kurzen Kronröhre eine mehr oder weniger geschlossene Düte hergestellt wird. Wir finden daher in derartigen Blüthenknospen innerhalb des sackartig geschlossenen Kelches eine wiederum geschlossene Röhre, welch letztere die Stamina und das Gynaeceum umgiebt. Nun schliesst die dütenartige Corolla nicht eng an die Kelchröhre an, sondern ist von derselben durch eine Wasserschicht getrennt. Folglich entwickeln sich hier die Geschlechtstheile in einem ganz aussergewöhnlich gut gegen äussere Einflüsse geschützten Raume.

Eine Betrachtung derartiger Schnitte lehrt bei etwas stärkerer Vergrösserung Folgendes.

In einer Knospe wie Fig. 51 ist die *ganze Innenwand des Kelches* vom Grunde der Röhre bis zur Spitze (des Innenwandraumes) so dicht bedeckt mit vielzelligen, plasmareichen Köpfchenhaaren, dass dieselben an einigen Stellen mit dem kissenförmigen oberen Theile nicht selten eng gegen einander anliegen und sogar einander halb verdecken, wie es Fig. 68 zeigt.

Weil nun diese Trichome bereits ausgebildet sind in einer Zeit, in welcher die übrigen innerhalb des Kelches sich befindenden Blüthentheile noch sehr klein sind, und weil der Verschluss der Epidermis der Kelchinnenwand überall ein vollkommener ist und Spaltöffnungen resp. Wasserspalten auf derselben ganz

fehlen, wird man gezwungen die reichliche Wasserausscheidung innerhalb des Kelches mit grosser Wahrscheinlichkeit diesen Trichomen zuzuschreiben. Besonders auch auf Grund der Analogie mit den anderen von mir untersuchten Fällen bei Pflanzen aus anderen Verwandschaftskreisen und auf Grund der Lebendfärbung, sowie des Plasmareichthums dieser Trichome, scheint es mir erlaubt dieselben als Hydathoden zu bezeichnen.

In derartigen jungen Knospen fängt die Aussenwand bald an derartig gebaute Trichome zu bilden. Dieselben sind aber noch ganz unentwickelt zur Zeit, wo die Kelchinnenwandtrichome ganz fertig sind. Die meisten zeigen sich demnach als halbkugelige, über die Epidermis hervorragende Gebilde (Fig. 82), welche ebenso wie die Kelchhydathoden und die Kelchschuppen aus einer einzigen Epidermiszelle ihren Ursprung nehmen.

An etwas älteren Knospen (Fig. 53) sind nun viele der Corollatrichome, welche ich aus gleichen Gründen wie oben auch als Hydathoden betrachte, bereits ganz entwickelt (Fig. 54, 84 und 86), während eine Anzahl derselben erst eben angelegt sind.

Die Vertheilung dieser Corollatrichome ist sehr eigenthümlich. Man findet dieselben fast auf der ganzen äusseren Oberfläche ziemlich gleichmässig vertheilt. An der unteren Seite fehlen aber diese Trichome vollständig in einem Gürtel, welcher bei ausgewachsenen Knospen einige Millimeter breit ist. Dagegen findet man diese Trichome an der Krohnen-innenseite *nur* auf der Stelle, wo dieselben an der Aussenseite fehlen. Sonst fehlen sie der Krohne auf der Innenseite ganz.

Weder auf dem Gynaeceum, noch auf dem Andraeceum sind Trichombildungen vorhanden.

Bei Lebendfärbung mit Methylviolett zeigten sich die Epidermiszellen ungefärbt, und die meisten, aber nicht alle Trichomhydathoden, mehr oder weniger dunkelviolett. Eigenthümlich war, dass einige der Hydathoden ganz ungefärbt geblieben waren, und dass überhaupt die Intensivität der Färbung viel geringer war wie bei einigen anderen Wasserkelchen z. B.

Heterophragma adenophyllum DC., wo ich auch Lebendfärbung in derselben Weise ausführte. Der Grund für das erschwerte Eindringen des Farbstoffes bei den *Parmentiera*-Hydathoden liegt vielleicht in der Schleimausscheidung, welche, wie nachher unten hervorgehoben werden wird, hier relativ reich ist. Infolge dieses Schleimes, welcher beim vorherigen Austrocknen vor der Färbung auch an der Oberfläche der Hydathoden gehaftet haben mag, findet nun einerseits der beim Experiment erstrebte Wasserverlust, und andererseits auch das Eindringen der Farbstofflösung schwieriger statt, wie z.B. bei der anderen genannten Pflanze, wo die Hydathoden nach der Lebendfärbung alle ohne Ausnahme intensiv dunkelblau gefärbt sind, bei ganz farblos gebliebener Epidermis. Neue Versuche sind aber nothwendig, um für diese ungleiche Färbung Sicherheit zu geben.

Ausgebildete Hydathoden sind etwa 60 μ und die der Krohne 115 μ lang. Beide bestehen aus einem fast immer einzelligen Stiele und einer grossen Zahl Köpfchenzellen, welche zu einem kissenartigen Gebilde angeordnet sind. Beide sind ferner ganz nach demselben Typus gebaut wie die Schuppen und die Nectarien auf der Kelchaussenwand. Im Inhalte und in der Function sind diese Trichome aber sehr verschieden. Während die Stielzelle bei den Schuppen und den Kelchhydathoden nicht auffallend gross wird, ist sie bei den Corollahydathoden sehr gross und bei den Nectarien, wie wir oben gesehen haben, ganz aussergewöhnlich gross. Und während bei den Schuppen der protoplasmatische Inhalt sammt den Kernen sehr bald nach ihrer Ausbildung ganz verschwindet, enthalten die Köpfchenzellen der Kelch- und Corollahydathoden, sowie die der Nectarien noch lange nach der Zeit ihrer Ausbildung sehr viel Cytoplasma. Ausserdem enthalten die ausgebildeten Trichome der drei letzten Categorien in den Köpfchenzellen mehr oder weniger grosse Vakuolen und je einen relativ grossen Zellkern mit grossem Nucleolus, während bei den ausgebildeten Kelchschuppen beide ganz fehlen. Auch in der Form und Zahl der Köpfchenzellen weisen, wie die Figuren 64, 65, 76 und 84 zeigen, diese vier Trichombildungen Unterschiede auf.

Die Zahl der Köpfchenzellen beträgt bei den Kelchschuppen ± 15, bei den Kelchhydathoden 20—25, bei den Corollahydathoden 200 und bei einem Nectarium sogar ± 400—500. Bei den Nectarien, den Corolla- und Kelchhydathoden sind die Köpfchenzellen mehr oder weniger schlauchförmig, weshalb ich sie zuweilen auch mit dem Namen Schlauchzellen bezeichnet habe. Dieses aber durchaus nicht zu dem Zwecke einen neuen Terminus einzuführen, denn der von Haberlandt in seinen Hydathodenabhandlungen gebrauchte Ausdruck Köpfchenzellen ist durchaus genügend.

Speciell muss hier die Aufmerksamkeit auf die Lage der Zellkerne in den secernirenden Köpfchenzellen und in der Epidermis gerichtet werden. Dieselben liegen sowohl bei den Kelch- und Corollahydathoden, als auch bei den Nectarien und in der Epidermis mehr oder weniger in der Mitte der Zellen, und zwar ist die constante Lage in den Corollahydathoden-Köpfchenzellen (Fig. 84, 86) und in der Corolla-epidermis ganz auffallend, denn dieselben liegen so orientirt, dass sie zusammen fast den Eindruck einer Perlschnurkette hervorrufen. Die Form der Kerne dieser Köpfchenzellen war in allen von mir untersuchten Blüthenknospen, also während der Secretionsthätigkeit, eine mehr oder weniger abgeflacht kugelige oder eine parallelopipedische. Letztere Form war mehr vertreten in den Hydathoden und Epidermiszellen der Corolle, erstere Form mehr in den Hydathoden und Nectarien des Kelches. In den Köpfchen- und Epidermiszellen der Corolle ist rings um den Zellkern eine Anhäufung des Cytoplasmas, während oberhalb und unterhalb desselben je eine oder mehrere grosse Vakuolen liegen. Die Plasmafäden, welche von dem Kerne ausgehen und denselben mit dem Wandplasma verbinden, fangen bei den abgeflachten Zellkernen vorzugsweise an den Ecken derselben an.

Die Grösse der Nucleolen in den Köpfchenzellen ist besonders auffallend in den Corollahydathoden und in der Stielzelle von allen den drei secernirenden Trichomarten, wie ja auch die Grösse des Zellkernes dieser Stielzellen, sogar bei längst fertig

ausgebildeten Hydathoden und Nectarien im Vergleiche zu den Kernen der übrigen Zellen ja überhaupt aussergewöhnlich ist. Allerdings ist ja die Grösse dieser Stielzellenkerne im Verhältniss zur Grösse der Stielzelle selbst nicht so besonders enorm, aber dieses nimmt nach meiner Meinung nicht hinweg, dass diese von mir constatirte Grösse der Kerne im Allgemeinen und der Nucleolen im Besondern eine neue Stütze geben für die bekannte Auffassung von Prof. Strasburger betreffs der physiologischen Rolle des Nucleolus. Wie erheblich der Grössenunterschied ist zwischen den Zellkernen der palissaden- oder schlauchförmigen Köpfchenzellen mag ja daraus daraus hervorgehen, dass letztere nach meinen Messungen eine *fast* 50-*fach grössere Oberfläche* und einen *fast* 350-*fach grösseren Inhalt* hat wie erstere, während diese merkwürdigen Zellenverhältnisse bei *Crescentia*-Nectarien ungefähr die selben sind.

Die Lage der Zellkerne in der Stielzelle scheint nicht so constant zu sein wie bei den secernirenden Köpfchenzellen, aber insofern war auch hier eine Neigung zur selben Lage bemerkbar, indem ich den Zellkern dort entweder der oberen oder der unteren Wand angeschmiegt, im plasmatischen Wandbelag fand und zwar häufig, entweder der Stelle des Eintritts oder Austrittes der Secretionsflüssigkeit am nächsten.

Merkwürdig ist die Cuticularisirung der Hydathoden, auf welche wir jetzt etwas näher eingehen werden.

Lässt man auf einen dicken Längsschnitt (Alcoholmaterial) einer Blüthenknospe conc. Schwefelsäure einwirken, dann wird die schwarze Farbe der Protoplasten, Zellkerne und Membranen sofort vernichtet, um einem gelben Farbenton Platz zu machen. Die pechschwarze Färbung der Nucleolen verschwindet ebenfalls ganz. Zugleich werden alle Zellwände des Kelches und der Corolla sofort zerstört mit Ausnahme der zarten epidermalen Cuticula beider, sowie mit Ausnahme der Schuppen, Schüsselnectarien-Hydathoden und Spiralgefässe. Alle die genannten Trichombildungen behalten trotz stundenlanger Einwirkung der concentrirten Schwefeläure ihre Form, und eine Untersuchung mit starker

Vergrösserung zeigt deutlich, dass die *Aussenwand* der Stielzelle und der Köpfchenzellen bei allen diesen Trichomen *vollständig erhalten geblieben* sind. Die *Innenwände* der Hydathoden sind aber vollständig zerstört. Mit den Nectarien ist dieses nur zum Teil der Fall. Hier werden alle Innenwände zerstört mit Ausnahme der oberen Hälfte der Längswände der palissadenförmigen Köpfchenzellen (siehe oben). Bei dieser Schwefelsäurebehandlung lösen sich die Kelch- und Corollahydathoden nicht selten, selbst bei dem leisesten Drucke auf das Deckglas, von der epidermalen Cuticula los, und man erhält Bilder von den Hydathoden, welche auffallend an diejenigen von *Clerodendron Minahassae* erinnern, nämlich ein äusserst schweinsblasenähnliches Gebilde, dessen homogen erscheinende, weder Tüpfel noch Poren aufweisende Wand so zart ist, dass es Mühe kostet dieselbe ungefärbt in der Beobachtungsflüssigkeit z. B. Schwefelsäure oder Wasser bei 200—300-facher Vergrösserung zu sehen. Dadurch aber, dass der stark verdickte Ring der Stielzelle, welcher, wenn ich mich so ausdrücken darf, den offenen Hals dieser Schweinsblase bildet, durch sein stark lichtbrechendes Vermögen und durch seine gelbliche Färbung sehr auffällt, findet man im Beobachtungstropfen die Stelle, wo sich die losgelösten Trichomhydathoden befinden, sehr leicht auf. Für eine genauere Untersuchung der zarten Blase empfiehlt es sich die mit Schwefelsäure behandelten Schnitte mit Wasser vollständig auszuwaschen und mit einer wässrigen Lösung von Safranin oder Bismarckbraun zu färben. Im ersteren Falle färbt sich die zarte Blase, also die erhalten gebliebene Aussenwand der Hydathodenköpfchenzellen, schwach aber deutlich kirschroth, und der Hals der Blase, also der verdickte Ring der Stielzelle, dunkelkirschroth. Bei der Färbung sieht man, wie zuerst dieser verdickte Ring bereits schön roth ist, wenn die Blase noch keine Färbung angenommen hat. Nach wenigen Secunden färbt sich dann aber auch die Blase. Bei der Bismarckbrauntinction ist selbstverständlich der Ring sehr dunkelbraun, und die Blase heller braun.

In den Figuren 80 und 81 sind auf diese Weise behandelte Kelchhydathoden abgebildet. Von den Corollahydatho-

den bekommt man genau ein derartiges Bild, nur grösser.

Mit Chlorzinkjod nehmen alle diese den concentrirten Schwefelsäure widerstehenden Membranen, also auch die schweinsblasenähnlichen Hüllen, in welchen die secernirenden Köpfchenzellen der Hydathoden eingeschlossen sind, sowie der Stielring, stets eine deutliche gelbe, aber nie eine blaue Farbe an. Diese gelbe Farbe spielt bei dem verdikten Stielring der Hydathoden und der Nectarien ins bräunliche, bei letzteren ist dieselbe nicht selten dunkelgelbbraun. Diejenigen Membranen, welche bei der Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure stets zerstört werden, z. B. die Innenwände der Hydathodenköpfchenzellen, die obere und untere Wand der Stielzelle, der grösste (innere) Theil der Epidermisaussenwand, färbten sich in der Chlorzinkjodlösung violett.

Lässt man nun die Schnitte, z. B. durch die Corolla einer Knospe, mehrere Tage in Eau de Javelle liegen und behandelt sie dann mit concentrirter Schwefelsäure, so zeigt sich insofern ein Unterschied zwischen dem Resultat ohne vorherige Behandlung mit Eau de Javelle, dass jetzt auch das Cuticularhäutchen der Epidermis sehr bald vernichtet wird. Aber auch bei dieser Behandlung waren die schweinsblasenähnlichen Hüllen trotz ihrer grossen Zartheit *vollständig unversehrt* geblieben.

Es geht nun aus diesen Versuchen Folgendes hervor. Die Hydathoden und Nectarienaussenwände sind cuticularisirt, und die Secretionsflüssigkeit muss also in beiden Fällen um nach aussen zu treten durch die vollkommen geschlossene *cuticularisirte Membran* hindurch diffundiren, denn in der Cuticula wurden weder Poren, noch nicht-cuticularisirte Stellen angetroffen, und Abstossung der Cuticularhülle, wie dieselbe nach der Literatur z. B. bei verschiedenen Oel secernirenden Trichomen und sogar auch bei einigen Hydathoden bekannt ist, findet soweit meine Beobachtungen reichen, während der Secretion bei Parmentiera-Hydathoden nicht statt.

Diese Cuticularblase ist aber bei den Hydathoden, wie gesagt, äusserst zart; bei ausgewachsenen, secernirenden Corollahydathoden, welche einer Behandlung mit Eau de Javelle und con-

centrirter Schwefelsäure unterworfen waren, zeigte sich dieselbe nur $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{4}$ μ dick. Die durch *Tüpfelkanäle* verdünnten Stellen der Cuticula, durch welche der Nectar der Schüsselnectarien hindurch diffundiren muss, sind aber viel dicker und trotzdem zeigt sich auch diese Cuticula für Wasser (zuckerhaltiges) durchlässig.

Auf diesen interessanten Punkt werde ich in den allgemeinen Betrachtungen am Schlusse dieser Abhandlung zurückkommen. Drei andere Punkte fordern jetzt noch eine kurze Besprechung, nämlich erstens einige anatomische Eigenthümlichkeiten im Bau von Corolla und Kelch, welche sehr an die vieler Wasserpflanzen erinnern und welche auch gewissermassen als Anpassungen an eine derartige Lebensweise aufgefasst werden konnen [1]); zweitens das Vorkommen eines Pilzes im Wasser innerhalb der Wasserkelche, ähnlich dem Vorkommen der Bacterien in den Wasserkelchen bei *Clerodendron Minahassae* und *Spathodea campanulata;* drittens die Zusammensetzung des vom Kelche umschlossenen Wassers.

In Figur 87 habe ich versucht die eigenthümliche, in Chlorzinkjod stark quellende, Aussenwand der Corollaepidermis abzubilden und damit der grosse Unterschied zwischen den übrigen Membranen deutlich hervortreten sollte, habe ich einige Epidermis- und Parenchymzellen der Corolla, sowie einen Theil der Antherenwand hinzugefügt. In dieser nicht colorirten Figur fällt diese Eigenthümlichkeit der Corollaepidermis-aussenwand nicht so sehr auf, wie in meinen Präparaten, welche ich in folgender Weise erhalten habe. Nach vielstündigem Liegen in Chlorzinkjod wurde mit Wasser ausgewaschen, dann die Schnitte einige Stunden in sehr verdünnte wässrige Safraninlösung gelegt, dann wieder mit Wasser ausgewaschen und nun einige Minuten mit starker wässriger Anilinblaulösung tingirt. Es zeigten sich jetzt die Membranen alle schwach rosa gefärbt, und zwar die *quellungsfähigen* sehr stark gequollen und das Cytoplasma und die Zell-

1) Hierauf wurde ich von Prof. Schimper aufmerksam gemacht, der die Verschleimung der Corollamembran zuerst beobachtete.

kerne dunkelblau. An derartig behandelten Schnitten fielen dann die beiden Aussenwände der Corolla, und zum Theil auch die Aussenwand der Innenkelchwand, sowie die Filamente (aber nicht die der Antheren) ganz besonders auf und zwar durch ihr eigenthümliches, gelatineuses, durchsichtiges Äussere, durch die stattgefundene starke Quellung und durch die schöne, gleichmässige, blassrosa Farbe. Zu gleicher Zeit machte sich eine äusserst zarte Schleimschicht, welche höchst wahrscheinlich durch diese Membran ausgeschieden war, deutlicher bemerkbar als an nicht tingirten Schnitten. Es waren nämlich an dieser klebrigen Schleimschicht zahlreiche Körnchen haften geblieben. Dasselbe war, aber in geringerem Grade auch bei der zarten Schleimschicht auf der Kelchinnenwand der Fall.

Obwohl nun eine äusserst zarte Schleimschicht nicht selten auch auf der oberen secernirenden Fläche der Hydathoden von mir wahrgenommen wurde, und obwohl ich nicht beweisen kann, dass die Schleimausscheidung ausschliesslich durch diese Aussenwand der Corolla, Kelchinnenwand und Filamente stattfindet, so scheint mir jedoch eine derartige Arbeitstheilung, in welcher die letztgenannten Zellen den Schleim ausscheiden und die Hydathoden das Wasser, sehr wahrscheinlich. Und es wäre dann die Schleimausscheidung aufzufassen als eine Erscheinung, welche durch die reichliche Wassersecretion der Hydathoden nothwendig geworden ist. Wir hätten also hier die Schleimausscheidung der Epidermis als ein Schutzmittel zu betrachten gegen das in die Epidermis eindringende, ausgeschiedene Hydathodenwasser, also *eine Anpassung dieser Blüthentheile an das Leben im Wasser.* Diese Anpassung, Schleimausscheidung nämlich, ist von Prof. Goebel zuerst bei zahlreichen Wasserpflanzen und bei einigen in sehr feuchten Gegenden wachsenden Landpflanzen z. B. einigen Lebermoosen, beobachtet worden.

Was die Art des Schleim-Schutzes betrifft, sei es mir gestattet die verschiedenen Ansichten von Goebel [1]), Haberlandt und Stahl mitzutheilen, meine eigene Ansicht hinzuzugefügen

1) l. c. II, p. 235.

und einige aus Goebels Pflanzenbiologischen Schilderungen entnommene Wahrnehmungen über Schleimausscheidung als „Schutz gegen Wasser" vorauszuschicken. „Dass die submersen Organe nur eine dünne Cuticula haben, bedarf kaum der Erwähnung. An ihre Stelle tritt gewissermassen eine andere Bildung, die sich bei vielen Wasserpflanzen findet, bisher aber sehr wenig beachtet ist, nämlich die Schleimbildung derselben, wobei der Schleim als Überzug auf den jungen Theilen auftritt. Einen Fall stellt *Brasenia peltata* dar. Die Blätter sind Schwimmblätter und bilden den Schleim nur auf der unteren, mit dem Wasser in Berührung befindlichen Seite derselben. Bei Blatt- und Blüthenstielen übertrifft er oft weit die Dicke derselben."

Der Schleim wird hier nach Goebel von Haaren gebildet. Ebenso wird der Schleim nach Goebel bei *Colomba*, *Limnanthemum*, *Victoria regia* und anderen Wasser- und Sumpfpflanzen von Haaren ausgeschieden, die den älteren Theilen fehlen, während bei diesen älteren Theilen die Aussenwand der Epidermis wieder dicker ist. „Bei Meeresalgen ist die Schleimbildung am Thallus geradezu Regel. Bei sehr vielen Süsswasseralgen ist sie sehr allgemein." .... „*Anomaclada*, ein südamerikanisches Lebermoos sondert so viel Schleim ab, dass sie, wie Spruce sagt, aussieht, als ob sie mit einem Pinsel reichlich mit Gummi arabicum überstrichen worden wäre.... Es handelt sich bei der ausgiebigen Schleimbildung von *Anomaclada* nur um eine Steigerung eines bei Lebermoosen weit verbreiteten Verhältnisses. Der Vegetationspunkt, vielleicht aller Lebermoose, ist mit Schleim bedeckt, ebenso vielfach die Geschlechtsorgane; ohne Zweifel kommt dem Schleim eine schützende Function zu, auf deren Bedeutung bei Besprechung der Wasserpflanzen näher einzugehen sein wird. Auch bei Farnen kommt eine ähnliche Schleimbildung wie bei *Anomaclada* vor. Ich (Goebel) fand solche in auffallender Weise bei einem, in einer feuchten Waldschlucht auf Java wachsenden Farn, *Nephrodium stipellatum Hook.* Die jungen Blätter sind hier mit einer 2—3 mm. dicken Schleimschicht von gallertartiger Consistenz völlig überzogen, die offenbar dieselbe Function hat wie der Schleimüberzug von

Anomaclada." .... „Weniger leicht ist es die Art des (Schleim-) Schutzes genauer zu präcisiren. — Bei einigen Lebermoosen glaubte man denselben *in Verhütung gegen Austrocknen* suchen zu müssen. Dieses dürfte auch in Betracht kommen. Aber die Vergleichung mit den Wasserpflanzen zeigt ausserdem offenbar auch das Gegentheil, nämlich dass *der Schutz gegen das Wasser* beabsichtigt wird, wenn dieser Ausdruck gestattet ist. Darauf weist auch hin, dass die im Boden befindlichen und dort mit Wasser in Berührung tretenden Wurzelhaare der Landpflanzen gleichfalls eine solche Schleimhülle besitzen."

Stahl [1]) fasst die *Schleim-* und *Gallertbildung* der Wasserpflanzen als Schutzmittel gegen Thierfrass auf. Als solches können sie aber nach Goebel und Haberlandt nur als secundär in Betracht kommen.

Raciborski [2]) äussert sich über die Art des Schutzes nicht. Er sagt nur: „Bei den meisten Wasserpflanzen sind die jungen Blüthenknospen durch reichliche Schleimbildung geschützt. Näher auf die Ausbildung der Schleimhaare, Schleimdrüsen und die Schleim aussondernden squamulae intravaginales werde ich hier nicht weiter eingehen; dieselbe ist bei den meisten der erwähnten Arten von Schilling (Flora 1893) sehr ausführlich beschrieben."

Mir erscheint die Erklärung von Goebel die richtige, insofern als *Schutz gegen Eindringen des Wassers* der primäre Zweck *derartiger* Schleimbildung ist, obwohl allerdings in einigen Fällen der Schleimüberzug wohl auch einen Schutz gegen Thierfrass darstellen mag. Letzteres wird aber wohl nicht allgemein sein. Und wenn ich versuche die Art des „Schutzes gegen Wasser" genauer zu präcisiren, so kommt es mir vor, dass dieser Schutz ein zweifacher ist, nämlich erstens das Eindringen des Wassers als solches an allen mit Schleim bedeckten Stellen erschweren wird, damit die osmotischen Verhältnisse der Zellen nicht zu sehr gestört werden und zweitens das Eindringen des Wassers wegen der besonders in Sümpfen grossen Sauerstoffarmuth. Bei

---

1) Pflanzen und Schnecken, Jena 1888, citirt nach Haberlandt Anat. l. c.
2) l. c. p. 191.

dem Schleimüberzug verschiedener Sumpfpflanzen wird letzterer Factor wohl der wichtigste sein. Und mit dieser Erklärung ist die Thatsache im Einklange, dass die Dicke des Schleimüberzuges viel ansehnlicher ist in Wasser, das sehr arm ist an chemisch ungebundenem Sauerstoff, wie in Wasser, das viel ungebundenen Sauerstoff enthält. Jedermann, der Wasserpflanzen gesammelt hat, wird diese Thatsache aufgefallen sein.

Wenn wir jetzt zur *Parmentiera* zurückkehren, so darf auch ohne chemische Analyse angenommen werden, dass das von den Hydathoden ausgeschiedene Wasser nur äusserst geringe Spuren oder überhaupt gar keinen ungebundenen Sauerstoff enthält, weil ja schon auf seinem Wege durch die Pflanze der Sauerstoff für die Athmung verbraucht sein wird. Und in Folge dessen kann die Entwicklung der Corolla in dem mit Wasser gefüllten Raume als ein Analogon der Entwicklung der submersen Theile einer Sumpfpflanze betrachtet werden. Die Schleimausscheidung ist also eine Anpassung der Blüthentheile an eine Lebensweise ähnlich derjenigen der Sumpfpflanzen.

Noch eine andere Anpassung zeigt aber die Corolla von *Parmentiera*, nämlich eine aërenchymatische Entwicklung des Parenchyms. Ich erblicke nämlich in der auffallenden Ausbildung grosser intercellularer Lufträume im Inneren der Corolla bei dieser Pflanze ein Mittel sich eine „innere Athmosphaere", ein inneres Sauerstoffreservoir, zu bilden, wie dieses ja bekanntlich fast ausnahmslos bei submersen Wasserpflanzen und in den aus dem Wasser hervoragenden Theilen der meisten Sumpfpflanzen gefunden wird.

Allerdings sind grosse Intercellularräume auch für einige nicht submerse, nicht assimilirende Pflanzentheile, speciell auch Corollen bekannt und für diese Fälle ist der Zweck derselben ein anderer, so dass auch hier eine andere Erklärung möglich ist. Aber jedenfalls kann die auffallende Ausbildung der intercellularen Lufträume in der Corolla bei *Parmentiera* nicht in derselben Weise erklärt werden wie man derartige Räume in der Corolla einiger anderer Pflanzen erklärt hat, denn in weissen Blumenblättern und anderen Schauapparaten dient

nach Haberlandt [1]) das System der lufterfüllten Intercellularräume, neben der Durchlüftung, auch einer rein biologischen Aufgabe, der Herstellung einer Lockfarbe, welche durch totale Reflektion des Lichtes erzielt wird. Da nun primo die Farbe der Corolla keine schön weisse, sondern schmutzigweisse, ist, und secundo gerade diejenigen Theile der Corolla, welche am meisten vom Kelche umhüllt, also welche am wenigsten sichtbar sind, am reichsten mit den genannten lufterfüllten Räumen ausgestattet sind und da gerade diese Theile den grössten Theil ihres Daseins vom Wasser umgeben sind, scheint mir bei *Parmentiera* die oben von mir angegebene Erklärung wahrscheinlicher, als die letztgenannte, die ja ausserdem für sich nicht im Wasser entwickelnde Corollen gegeben wurde.

Eine chemische Analyse des Wassers von den *Parmentiera*-Kelchen verdanke ich wieder Herrn Dr. Boorsma in Buitenzorg. Vorher hat Prof. G. Kraus [2]) über das Kelchwasser während seines Aufenthaltes im botanischen Garten zu Buitenzorg einige wichtige Beobachtungen gemacht, welche ich hier mittheilen will.

„Die abgesonderte Flüssigkeit ist völlig wasserhell und gleicht äusserlich ganz der von *Spathodea campanulata*. Den Inhalt derselben habe ich nicht näher untersucht; nur das habe ich constatirt, dass dieselbe niemals alcalisch reagirt. Drückt man aus dem angeschnittenen Schnabel eines *Spathodea*-Kelches einen Tropfen auf rothes Lakmuspapier, so färbt sich dasselbe sofort überaus stark *blau*. Das findet aber bei *Parmentiera* zu keiner Zeit statt; ein Tropfen aus dem sprungreifen Kelche zeigt vielmehr auf blauem Lakmuspapier rasch einen Fleck, dessen Centrum deutlich roth ist. Der Saft ist also schwach *sauer*. Diese saure Reaction scheint erst allmählig einzutreten. In Knospen von 17 mm. Länge fand ich keine Andeutung von Röthung; in solchen von 30 mm. war sie schon deutlich, in solchen von 35 mm. völlig ausgesprochen. Reactionen mit Fehling, Eisenchlorid, Diphenylamin waren erfolglos."

---

1) l. c. Anat. p. 385.
2) l. c. p. 436—437.

Die mir von Herrn Dr. Boorsma freundlichst zur Verfügung gestellten Notizen lasse ich hier folgen.

„*Parmentiera cerifera*; Knospenlänge 16—28 millimeter; 13 Stück lieferten 1.242 gram klares Wasser. Reaction äuszerst schwach alcalisch; NH^3 Entwicklung bei Erwärmung kaum wahrnehmbar. Feste Stoffe ± 2.7% Asche ± 0.75%. Das Uebrige wie in der Analyse von *Nicandra* (siehe unten). Ausserdem konnte ich, weil ich hier mehr Wasser zur Verfügung hatte, feststellen, dasz Calcium anwesend ist. Weder bei *Nicandra* noch bei *Juanulloa* wurde auf Basen reagirt."

Einige Messungsresultate mögen hier Platz finden. In Chlorzinkjod beträgt die Membrandicke der Blüthenknospenepidermisaussenwand des Kelches 2—2½ μ, der Kelchinnenwand 3 μ, der beiden Corollawände nahezu 4 μ und von allen diesen Membranen die Cuticula höchstens ½—⅓ μ. Wenn dieselben Theile vor der Chlorzinkjodbehandlung gemessen wurden, zeigten nur die nicht cuticularisirten Membranschichten der Corollamembranen erheblich geringere Dimensionen.

Zuletzt noch einige Worte über das Vorkommen eines Pilzes im Wasser des Wasserkelches, ähnlich dem bereits von Treub für *Spathodea campanulata* und von mir für *Clerodendron Minahassae* constatirten Vorkommen einer Bacterienart. In dem Wasser der *Parmentiera*-Kelche fand ich, falls dieselben keine anderen lebenden Wesen enthielten, eine Pilzspecies. Ich fand dieselbe in allen untersuchten specimina und häufig in ziemlich grosser Anzahl. Ich fand diese Pilzindividuen nur im Wasser, nie innerhalb der Gewebe und sehr häufig auf den Hydathoden. Aus der üppigen Entwicklung dieses Pilzes muss angenommen werden, dass mit dem ausgeschiedenen Wasser auch organische Substanzen und nicht unwahrscheinlich zuckerartige Substanzen ausgeschieden werden, und da die Pilze sich besonders in der Nähe der Hydathoden zahlreich zeigen, darf dasselbe für das von den Hydathoden ausgeschiedene Wasser angenommen werden. Und dieser Schluss ist nun ganz im Einklang mit dem anatomischen Bau der Kelch- und Corollahydathoden. Denn wie bereits oben von mir gesagt wurde, dass der anatomische

Bau der Nectar ausscheidenden Trichome auf der Kelchaussenseite dem Baue der Hydathoden, besonders der Corollahydatoden gleichartig sei, in sofern als kaum ein anderer Unterschied zwischen beiden vorliegt, als die Zahl der secernirenden Köpfchenzellen, und die Grösse der Stielzelle, welche ja bei den Nectarien nur noch grössere Dimensionen angenommen hat, als sie bereits bei den Corollahydathoden besitzt.

Wenn diese meine Schlussfolgerungen richtig sind, so haben wir bei *Parmentiera* wieder einen Fall, wie solche ja von Haberlandt zuerst entdeckt sind.

Ob *Parmentiera* überhaupt Nutzen von dem Pilzgaste hat, muss dahingestellt bleiben. Der Gast scheint wenigstens dem Wirthe nicht zu schaden.

Die genannten Pilzsprossungen erinnerten am meisten an die aus Chlamydosporen hervorgegangenen Gebilde, wenn dieselben in einer Nährlösung ausgesäet sind; es scheinen also Entwicklungsstadien eines Fadenpilzes zu sein. Da der Saft deutlich sauer reagirt ist es nicht befremdend, dass die Stelle der Bacterien von *Spathodea* und *Clerodendron* hier von einem Fadenpilze eingenommen wird. Welcher Species jedoch dieser Pilz angehört ist mir nicht bekannt.

Als appendix möge hier noch einiges mitgetheilt werden über die schwarze Farbe der Membranen und des Zellinhaltes der in Alcohol conservirten Blüthenknospen. Obwohl nun das Auftreten einer schwarzen Färbung bei Pflanzentheilen, welche in Alcohol conservirt sind, eine überaus bekannte Erscheinung ist und obwohl ja auch allgemein bekannt ist, dass die Conservationsmethode von Prof. Hugo de Vries, wo dem Alcohol *vor* dem Gebrauche Salzsäure zugefügt wird, sehr gute Resultate liefert, so ist eine schwarze Tinction, wie sie hier bei *Parmentiera* (in nicht saurem Alcohol) auftritt, nicht so bekannt. Hier ist nämlich die Tinction derartig, dass Cytoplasma, Kerngerüst, Nucleolen und Membranen so verschiedene Farbendifferenzen aufweisen, dass viele anatomische Untersuchungen des Materials hierdurch wesentlich erleichtert sind. Alle Nucleolen sind nämlich

pechschwarz und treten daher auf dem dunkelgrau tingirten Kerngerüst sehr scharf hervor, besonders in den Corollahydathoden. In den Kelchhydathoden ist der Unterschied zwischen der Farbe des Kerngerüstes und der des Nucleolus nicht so deutlich. Die Kerne der Köpfchenzellen sind nur in sehr jungen Hydathoden zu sehen, weil der plasmatische Inhalt der etwas älteren Kelch-Hydathoden-Köpfchenzellen auch fast schwach gefärbt ist. Das Cytoplasma von allen übrigen Zellen der Blüthenknospen zeigt aber sonst eine hellgraue Farbe. Mit Ausnahme der genannten Zellen von nicht sehr jungen Kelchhydathoden sind Zellkerne durch die nolens volens aufgetretene Färbung so schön tingirt, dass man selbst keine schönere Färbung wünschen könnte. wo es sich nur um das Studium der Lage, Grösze und Form der Zellkerne und Nucleolen handelt. Von allen Membranen sind nur diejenigen der Schuppen gelb, alle andere schwarz oder dunkelgrau. Bei *Monotropa*-Alcohol-Material scheint etwas ähnliches vorzukommen. Die Differenzirung ist dort aber nicht so schön wie bei *Parmentiera*. Bei *Crescentia* kommt aber die Farbendifferenzirung der Tinction derjenigen von *Parmentiera* sehr nahe.

Ob die Färbung nach dem Einlegen der lebenden Pflanzentheile in Alcohol sofort oder erst nach drei Monaten (Datum meiner Untersuchung) erfolgt, habe ich beim Einlegen nicht untersucht. Nach Prof. Strasburger wird diese Färbung vielleicht durch einen gerbstoffartigen Stoff verursacht.

Ich versuchte bei *Parmentiera* vergebens Entfärbung hervorzurufen durch dreitägige Behandlung mit Schwefligersäure, Salpetersäure, verdünnter kalter wässriger Lösung von Kaliumhydroxyd und Kaliumalcoholat. Sowohl Chlorzinkjodlösung wie auch conc. Schwefelsäure verursachten sofort das Verschwinden der schwarzen Farbe. Bei *Crescentia* erhielt ich fast vollständiges Verschwinden der schwarzen Färbung, nach dem ich die Mikrotomschnitte 6 Stunden in $\pm 55°$ C. warmem Terpentin hatte liegen lassen.

§3. Crescentia Cujete.

Die sehr jungen, z. B. 7 mm. langen Blüthenknospen dieses amerikanischen, auf Java häufig cultivirten, caulifloren Bäumchens, enthalten viel Wasser, etwas ältere relativ weniger.

Die Blüthenknospen entstehen aus dem nackten Stamme und aus den dicken und dünneren blattlosen Aesten. Die letzteren sitzen ganz im Laube versteckt, die ersteren ganz ungeschützt gegen das seitlich einfallende Sonnenlicht.

Dass die Kelche von Crescentia Wasser umschliessen war bis jetzt unbekannt. Die Gattung gehört mit *Parmentiera* und *Kigelia*, bei welcher ich auch wasserhaltige Kelche auffand, zu der Abtheilung der *Crescentieae* von K. Schumann in Engler und Prantl Natürliche Pflanzenfamilien (Band IV 3*b*). Von dem Kelche der Crescentia wird l. c. p. 248 gesagt: „Kelch vor der Vollblüthe geschlossen, dann unregelmässig aufreissend, gespalten oder getheilt."

Drückt man eine etwa erbsengrosse Blüthenknospe dieser Species zwischen den Fingern, dann wiedersteht dieselbe ziemlich lange, um dann aber plötzlich oben aufzuplatzen und einige Tropfen klaren Wassers hervorspritzen zu lassen. Eine derartige Knospe hat eine fast kugelige Gestalt, aussen glänzend grün, unbehaart und nur sehr spärlich mit mikroskopisch kleinen Schuppen bedeckt, welche ganz nach dem Typus der *Parmentiera*-Schuppen gebaut sind. Die Knospe zeigt sich auf Längsschnitt grösstentheils hohl, oder richtiger ausgedrückt, mit Wasser angefüllt. Die dicke lederartig-fleischige Wand dieser Hohlkugel wird von dem mächtig entwickelten Kelchtubus gebildet. Die Zipfel des letzteren sind fast mikroskopisch klein geblieben, und mit den Rändern fast klappig an einander gelegt. Diese Ränder werden wie bei *Parmentiera* und *Clerodendron Minahassae* von Zellen gebildet deren Aussenwand cuticularartige Falten zeigt. Infolge dessen hat man hier einen solchen Verschluss wie bei den soeben genannten Pflanzen. Bei *Crescentia* zeigt aber der Verschluss des mit Wasser gefüllten Hohlraumes ausserdem noch zwei interessante Eigenthümlich-

keiten. Erstens deutlich ausgebildete „Languettes", wie sie von Treub zuerst in den Wasserkelchen von *Spathodea campanulata* entdekt wurden, und zweitens das Vorkommen eines Pilzhyphengeflechts in den vom Wasserraume nach aussen führenden spaltenartigen Kanälen, welche sich zwischen den Kelchzipfeln befinden.

Bevor wir auf diese zwei Details näher eingehen sei hier erwähnt, dass die Corolla sammt den Geschlechtstheilen in solchen bereits 7 mm. langen Knospen im Wachsthum sehr hinter dem Kelch zurückgeblieben sind. Das Zurückbleiben ist aber nicht so erheblich wie bei *Clerodendron Minahassae*, *Spathodea campanulata*, *Heterophragma adenophyllum* (siehe unten) u. s. w. Das Verhältniss im Zurückbleiben erinnert am meisten an *Parmentiera* und noch mehr wie dort muss hier angenommen werden, dass das vom Kelche umschlossene Wasser auch zum Theil von den Corollatrichomen ausgeschieden wird. Hierauf kommen wir unten zurück.

Was die „Languettes" anbetrifft, so hat Krause für *Spathodea campanulata* bemerkt, dass dieselben als Kelchzipfel anzusehen wären. Insofern ist dieses auch richtig, als jede derselben, das untere resp. das innere, durch Wachsthum zungenartig erbreiterte Ende eines Kelchzipfels darstellt. Die „Languettes" von *Crescentia* sind sehr deutlich ausgebildet (Fig. 98), aber nicht so gross wie bei *Spathodea campanulata*. Zweifellos tragen sie aber sehr viel dazu bei, das Ausfliessen des Wassers zu verhindern und zwar, wie oben angegeben wurde dadurch, dass dieselben ganz gleichartig verschliessend wirken, wie die Klappenventile im Herzvorhofe verschiedener Thiere.

Ausser diesem Verschluss des unteren Endes der 5 nach aussen führenden Spalten, sind letztere bei sehr jungen Knospen ausserdem noch, wie gesagt, durch Cuticularnahtverschluss gegen Ausfliessen des Wassers gesichert. Und gleich als ob diese prachtvollen Mittel noch nicht genügend wären, scheint stets, wenigstens bei älteren Blüthenknospen noch ein drittes Mittel vorzukommen, sehr ähnlich den „wattenpropfähnlichen Trichomen", welche von Raciborski bei *Heterophragma adenophyllum*

entdeckt wurden. Dort bei *Heterophragma* bildet die Pflanze am oberen Theil der Innenwand des Wasserkelches die wattenähnlichen, zusammenliegenden Trichome. Hier bei *Crescentia* scheint die Bildung eines derartigen „wattenähnlichen Propfes" einem Fadenpilze übertragen zu sein. Es könnte sein, dass hier eine Art Symbiose vorliegt, wobei der Gast als Lohn die organischen, im Kelchwasser befindlichen, von dem Wirthe zur Verfügung gestellten Nährstoffe erhält, während letzterer nicht allein keinen Nachtheil von dem Gaste zu empfinden scheint, sondern durch denselben gegen Wasserverlust aus der Knospe besser geschützt ist. In Fig. 98 sind die Hyphengeflechte, wie sie als pinselartige Büschel aus den engen Spalten zwischen den Kelchzipfeln resp. zwischen den Languettes austreten angedeutet. In Alcoholmaterial heben die Pilzhyphen sich selbst ohne Tinction gegen das umgebende *Crescentia*-Gewebe scharf ab; besonders auf Querschnitten der Blüthenknospenspitze ist dieses auffallend. Alle Lücken zwischen den Kelchzipfeln sind dort mit den zu einem pseudoparenchymatischen Gewebe eng verflochtenen Pilzhyphen angefüllt, und dieses Pilzparenchym ist gewissermassen mit Gewalt bis in die Kelchzipfelecke eingekeilt. Weil das Pilzgewebe sehr kleinzellig und in dem Alcoholmaterial schmutzig gelatineus weiss ist, während die Kelchzipfel-[1]) Zellwände sammt Inhalt gelb aussehen, sind die Grenzen von Wirth und Gast sehr scharf zu sehen. In den Fig. 91 und 91*a* sind zwei derartige Querschnitte abgebildet.

Ob in diesem Falle wirklich Symbiose vorliegt, mit Nutzen für beide Parteien, muss dahin gestellt bleiben. Jedenfalls aber schadet der Pilz der *Crescentia* nicht. In allen von mir untersuchten Knospen fand ich ihn. Und an Ort und Stelle in Buitenzorg konnte ich mich überzeugen, dass, obwohl die Zahl der zu *gleicher* Zeit sich bildenden Blüthenknospen an jeder Pflanze nur eine sehr geringe ist, trotzdem an jeder Pflanze im Verhältniss zu der geringen Blüthenknospenzahl eine Anzahl geöffneter Blüthen und junger Früchte stets beobachtet werden

1) Nach 6-stündigem Aufhellen in warmem Terpentin.

konnte. Der Kelch ist an der Innenseite und die Corolla beiderseits, fast überall, mit zahlreichen kurzgestielten kissenförmigen Trichomen bedeckt, welche im Bau so ganz an die Hydathoden von *Parmentiera* erinnern, dass ich es für unnöthig hielt, dieselben für *Crescentia* wieder abzubilden. Bei *Crescentia* sind die Corollatrichome aber im Durchmesser fast 5 mal grösser, wie die Kelchhydathoden. Ausserdem ist in älteren Knospen die Zahl der Corollahydathoden nach meiner Schätzung im Ganzen grösser und die Gesamtzahl ihrer secernirenden Köpfchenzellen überwiegend grösser wie diejenige des Kelches. Ausserdem scheint mir aus der vergleichenden Untersuchung sehr jünger und fast ausgebildeter Knospen hervorzugehen, dass in den jüngsten Knospen hauptsächlich oder ausschliesslich die Kelchhydathoden das Wasser ausscheiden, während in fast geöffneten Knospen die Rolle der Secretion fast ganz den Corollahydathoden übertragen ist. An grossen und ausgebildeten Knospen konnte ich an der Corolla, und zwar am Grunde des Tubus stets eine reichliche Neubildung von Hydathoden wahrnehmen, während solches bereits bei nur halb ausgewachsenen Knospen mit den Kelchhydathoden nicht stattfindet. Dieselben sind bereits alle ausgebildet, wenn die Corolla erst eben sich zu entwickeln anfängt.

Die merkwürdigen Schüsselnectarien sind bereits oben bei *Parmentiera* behandelt. Der Bau derselben ist bei *Crescentia* demjenigen von *Parmentiera* so sehr gleich, dass ich auf die Abbildungen für *Parmentiera* hinweisen kann. Die Figuren 92 und 93 zeigen ausserdem noch die Tüpfelkanäle in der Cuticula, durch welche die Secretion des Nectariums stattfindet. Und Fig. 94*a* zeigt einen Nectarium-Längsschnitt dessen Zellinhalt mit Eau de Javelle entfernt worden ist, nach Behandlung mit conc. Schwefelsäure. Ober- und Unterwand der mächtigen Stielzelle sind ganz vernichtet, ebenso wie der untere Theil der dünn-cylindrischen Secretionszellen und wie das ganze Kelchparenchym. Es widerstehen nur die folgenden Membranen: das zarte nur $\frac{2}{5}$ μ messende Cuticulahäutchen der Epidermis, die 2—$2\frac{1}{2}$ μ dicke und nur oben getüpfelte Cuticula, welche die secernirenden

Köpfchenzellen als eine *geschlossene* Hülle umgiebt, der stark verdickte 4 μ dicke Cuticularring am Grunde der Stielzelle, sowie die obere Hälfte der Membranen der Secretionszellen.

Andere Trichome, wie die oben genannten plasmareichen drüsenähnlichen Köpfchenhaare, werden weder auf der Corolla, noch auf der Kelchinnenwand gefunden. Eigenthümlich ist, dass auf der Corolla nur dort an der Innenseite die Köpfchenhydathoden fehlen, wo die Stamina inserirt sind.

Die Wassersecretion der Kelch- und Corollahydathoden findet auch hier bei *Crescentia* wieder quer durch eine zwar sehr zarte (höchstens $\frac{1}{5}-\frac{2}{5}$ μ dicke) aber während der Secretion nicht abgeworfene, homogen aussehende, vollkommen geschlossene schweinsblasenähnliche *cuticularisirte* Hülle statt, welche die Secretionszellen sackartig umhüllt, und welche unten auf der grossen mit starkem Cuticularring versehenen Stielzelle aufsitzt.

Oberflächenschnitte der Corolla liefern nach 8-tägigem Liegen in Eau de Javelle bei Behandlung mit Chlorzinkjod sehr instructive Praeparate. Durch die schön gelb gefärbte durchsichtige Cuticularhülle sieht man die rein-violetten Köpfchenzellen deutlich hindurch, und bei geänderter Einstellung der Micrometerschraube sieht man dann auch den dunkel braungelb gefärbten Cuticularring der Stielzelle hindurch schimmern, denn die cellulosen Wände der Hydathoden-Köpfchenzellen sind auch äusserst zart und durchsichtig. Bei leisestem Druck auf das Deckglas wird die Hydathode unten am Cuticularring von der Epidermis losgerissen.

Die obigen, 8 Tage mit Eau de Javelle behandelten Schnitte zeigen bei Behandlung mit conc. Schwefelsäure in sofern hier ein interessantes Verhalten, als das Cuticularhäutchen der Epidermis fast sofort vernichtet wird, während die Cuticularhülle der Hydathode ganz intact geblieben ist. Letzteres zeigt sich besonders schön, wenn man das Präparat auf dem Objectträger auswascht und dann verdünnte wässrige Safraninlösung hinzufügt. Das infolge des Deckglasdruckes hie und da faltenbildende, schweinsblasenartige Gebilde zeigt sich hübsch kirschrot gefärbt. Zuerst und nachher am dunkelsten tingirt sich der dicke Cuti-

cularring der Stielzelle, sehr deutlich roth aber auch die zarte, auch ganz intact gebliebene Cuticularhülle der Köpfchenzellen.

Zum Vergleich möge hier citirt werden, was Prof. Haberlandt [1]) über die für Wasser permeabele Cuticula der Laubblatt-Hydathoden von *Bignonia brasiliensis* Lam. mittheilt.

„Etwas eingehender habe ich mich bei dieser Pflänze mit der Beschaffenheit der für Wasser permeabelen Aussenwände der Schuppen(-hydathode) beschäftigt. Zunächst konnte festgestellt werden, dass die Cuticula, welche die Schuppe überzieht, die Farbenreactionen und Functionseigenthümlichkeiten der gewöhnlichen Cuticula zeigt. Nach Behandlung mit conc. Schwefelsäure löste sich die Cuticula der Epidermis sammt der cutinisirten Aussenwand des Stieles und der Cuticula der Schuppe von dem verquellenden Gewebe ab. Nach erfolgtem Auswaschen färbte sich die Cuticula der Epidermis wie der Schuppe mit Safranin in 50 % Alcohol roth. Ebenso nach 24 stündigem Verweilen in alcoholischer Alcannatinctur. Wenn die aus Alcoholmaterial angefertigten Schnitte direct mit Schwefelsäure behandelt wurden, so blieb die Cuticula der Schuppe gerade so ungelöst zurück, wie jene der Epidermis. Wenn aber die Schnitte vorher einige Tage lang in der Javelle'schen Lauge lagen, dann wurde die Cuticula der Schuppen gelöst, wobei die Lösung am Scheitel begann und successive gegen den Rand zu fortschritt. Die Cuticula der Epidermis blieb nach wie vor ungelöst. Aus dieser Thatsache geht hervor, dass *die Cuticula der Schuppe in chemischer Hinsicht* [2]) doch ein von der gewöhnlichen Cuticula abweichendes Verhalten zeigt, womit wohl ihre erhöhte Permeabilität für Wasser zusammenhängt. Worin dieser Unterschied aber besteht, vermag ich allerdings nicht anzugeben."

Aus diesem verschiedenen Verhalten der epidermalen und Hydathodencuticula conc. Schwefelsäure gegenüber schliesst also Haberlandt auf eine verschiedene chemische Zusammensetzung. Obwohl nun in unserem Experimente gerade die Hydathodecuti-

---

1) Haberlandt. Sitz p. 41
2) Die Cursivirung ist von mir.

cula die am meisten widerstandsfähige ist, wäre auch hier vielleicht derselbe Schluss erlaubt.

Eine nähere Betrachtung der Corolla lehrt, dass dieselbe in jüngeren Blüthenknospen aussen so dicht besetzt ist mit den mehrgenannten, grossen kissenförmigen Hydathoden, dass die Epidermis kaum zu sehen ist. Innen trägt die Corolla nur an einzelnen Stellen Hydathoden. Der Bau und die Grösse der letzteren ist aber derjenigen der Aussenseite gleich.

Spaltöffnungen fehlen sowohl der Corolla, als auch der Innenseite der Kelchwand. Wasserspalten fehlen dort ebenfalls. Die Lebendfärbung mit Methylenviolett ergiebt, dass nur die Hydathoden den Farbstoff aufnehmen, und zwar zeigt sich dabei eine Verschiedenheit bei sehr jungen Blüthenknospen und älteren. Meiner am 4. April 1896 in Buitenzorg gemachten Notiz entnehme ich Folgendes: Junge Blüthenknospe seitlich mit einem Messer geöffnet, das darin enthaltene Wasser ausgegossen und das Kelchinnere mit sublimathaltigem Alcohol ausgespült, dann kurze Zeit austrocknen lassen und dann 12 Stunden in sehr verdünnter wässriger Methylviolettlösung liegen lassen. Auf Flächenschnitten der Kelchinnenwand zeigten sich die Epidermiszellen *ganz ungefärbt* und die Köpfchenhydathoden alle fast dunkel violett gefärbt (ohne Niederschlag). Derselbe Versuch mit einem gleichalten Kelche, aber ohne Ausspülen des Inneren mit Sublimat-Alcohol, lieferte dasselbe Resultat, nur war die Farbe der Hydathoden nicht so dunkel; es blieben aber auch hier die Epidermiszellen fast ganz ungefärbt. Derartige Lebendfärbung (also Sublimat) bei einer älteren Knospe führte zu dem Resultate, dass die Corollahydathoden sich deutlicher gefärbt zeigten, wie die Kelchhydathoden.

Eine 20 mm. lange Blüthenknospe enthält nur Spuren von Wasser im Inneren. Dieselbe war noch vollständig geschlossen, aber die Nectarien auf der Aussenwand wurden schon lebhaft von einer Ameisenart besucht, secernirten also *vor* dem Öffnen der Knospe.

Zuletzt sei hier noch bemerkt, dass bei den Kelchhydathoden im Gegensatz von *Parmentiera* und *Clerodendron Minahassae* bei

Crescentia nicht nur die Aussenwand der Stielzelle cuticularisirt ist, sondern dass solches auch mit der oberen Wand oder wenigstens mit dem grössten Teil derselben der Fall ist.

Auch bei *Crescentia* gehen, wie bei *Parmentiera* die Kelch- und Corollahydathoden und die Kelchschuppen und höchst wahrscheinlich auch die Schüsselnectarien aus einer einzigen Epidermiszelle hervor. Und wie bei *Parmentiera* hat jede Stielzelle der Hydathoden und der Nectarien Anschluss an eine *grosse* Zahl, zuweilen bis 100 Epidermiszellen.

Zwischen Kelch und Corolla beobachtet man wie bei *Parmentiera* kleine Chlamydosporensprossungen ähnliche Pilzindividuen. Ob letztere in genetischem Zusammenhang stehen mit den oben genannten in die Kelchhöhle eindringenden Pilzhyphen, habe ich nicht entscheiden können. Unwahrscheinlich scheint mir letzteres aber nicht.

Das Vorkommen dieses saprophytischen Pilzes in dem vom Kelch umschlossenen Wasser ist in sofern sehr interessant als es uns auch ohne chemische Analyse Sicherheit giebt, dass mit dem Wasser auch organische und nicht unwahrscheinlich zuckerartige Verbindungen zugleich ausgeschieden werden. Und dieses ist wieder interessant, indem es die bereits sehr schmale Kluft zwischen Nectarium und Hydathode noch geringer macht, weil wir ja hier wieder Gebilde, Zellen resp. Zellgruppen vor uns haben, welche zwar hauptsächlich Wasser ausscheiden also Hydathodennatur haben, aber zugleich auch winzige Mengen organischer Substanzen ausscheiden und dadurch nectariumartige Eigenschaften zeigen. Ist ja doch der einzige Unterschied zwischen Nectarium und Hydathode, dass nur ersteres Zucker + Wasser + anorganische Salze ausscheidet und letzteres nur Wasser und anorganische Salze.

Dass der Gehalt anorganischer Substanz im Kelchwasser nur äusserst gering sein kann, darf wohl daraus geschlossen werden, dass sonst der Pilz im Inneren des Kelchraumes viel üppiger wachsen würde. Die sich im Wasser entwickelnde Corolla nimmt hier bei *Crescentia* eine noch schönere Wasserpflanzenstructur an, wie bei *Parmentiera*. Die Kronenröhre

wird bei *Crescentia* bis 1½ mm. dick und ist dabei ganz schwammig wie ein Nymphaeenstengel. Der anatomische Bau des Inneren zeigt dann ganz das Bild eines aërenchymatischen Gewebes, wie es z. B. von Schenck [1]) für *Caperonia* abgebildet ist.

---

§ 4. Kigelia pinnata.

Dass die Knospen dieser Species zu den „Wasserkelchen" gerechnet werden müssen, im Inneren also flüssiges Wasser enthalten, fand ich zuerst im Buitenzorger Botanischen Garten.

Ueber *Kigelia pinnata* wird in Koorders und Valeton [2]) Folgendes mitgetheilt: „In Afrika einheimischer, im Malayischen Archipel nur hier und dort in Gärten von Europäern und Parkanlagen, sowie im Botanischen Garten von Buitenzorg angepflanzter ziemlich dicker Baum mit höchsteigenthümlichen Früchten, nach welchen *Kigelia* in Indien von den Europäern häufig Wurstenbaum genannt wird." Die bis über Meter langen Blüthenstände hängen in grosser Zahl von den armdicken, entblätterten Zweigen herunter, entspringen also wohl dem alten Holze und sind zwar ramiflor, aber nicht echt cauliflor, wie zuweilen in der Literatur erwähnt worden ist. Wenigstens sah ich bei den in Java gepflanzten Bäumen dieser Species nie Blüthenstände aus dem Hauptstamm hervorgehen.

Weil der Baum während seiner Blüthezeit in vollem Laube steht, sind die Blüthenknospen durch das Laub gegen directe Insolation in den wärmsten Mittagstunden geschützt, jedoch derselben in den Vormittag- und Nachmittagstunden exponirt. Die Bracteen sind sehr klein und hinfällig, schützen die Knospen also nur in frühester Jugend und dann noch unvollständig und später gar nicht mehr.

Die Untersuchung einer 1½ mm. langen Blüthenknospe aus Alcoholmaterial ergiebt Folgendes.

---

1) Aërenchym Taf. 27. Fig. 33.
2) l. c. p. 65.

Die Pedicellus ist 1 mm. lang und mit 2 kurzen Bracteae versehen. Die Knospe hat eine eiformige Gestalt mit 5 starken Längsrippen und schiefer, gebogener Spitze. Sie enthält im Inneren einen Hohlraum, welcher zum Theil mit Wasser gefüllt ist. Sie besteht aus dem fleischigen Kelchtubus auf welchem die 5, nur mit der Lupe sichtbaren kleinen Kelchzipfel, inserirt sind. Diese Zipfel zeigen weder Zellnaht noch Cuticularnaht noch Languettes. Der Verschluss des vom Kelch umschlossenen Hohlraumes ist hier nur durch Aneinanderlegen der einwärts gekrümmten Zipfel hergestellt. Durch Schleim scheint jedoch der Verschluss erhöht zu werden. Wenigstens fand ich bei Alcoholmaterial die Oeffnung der Kelchhöhle älterer Knospen stets an der Aussenseite durch eingetrocknete Schleimmassen verschlossen. Beim lebenden Material habe ich jedoch hierauf noch nicht Acht gegeben. Im Grunde der Kelchhöhle bemerkt man die bereits grossen Antheren und das grosse Ovarium, von der noch nicht röhrenartig geschlossenen, noch zarten Corolla umgeben. Weder die Corolla noch die Geschlechtsorgane besitzen hier Trichome, während in älteren Knospen solches bei der Corolla wohl der Fall ist. Der Kelch ist jedoch schon jetzt auf seiner ganzen Oberfläche mit Köpfchenhaaren dicht bedeckt, welche aus einem vielzelligen von einer Cuticula umgebenen 50 μ breiten Köpfchen und aus einer einzelligen-cuticularisirten, breiten Stielzelle bestehen. Die Köpfchenhaare sind sehr plasmareich. Die relativ grossen Kerne liegen mehr oder weniger in der Mitte der Köpfchenzellen. In der untersuchten Knospe sitzen die Köpfchentrichome auf der Aussenwand fast ebenso dicht auf einander wie auf der Innenwand, jedoch beobachtet man auf ersterer zahlreiche neu gebildete und in Bildung begriffener Haare, während auf letzterer, also auf der Aussenwand, nur sehr wenige neue Trichome gebildet werden. Ein weiterer Unterschied ist dieser, dass die Innenwandtrichome etwas plasmareicher scheinen wie die Aussenwandtrichome. Auf einem Querschnitt der hier besprochenen Knospe von $1\frac{1}{2}$ mm. Länge zählte ich an der Innenwand 80 ausgebildete Köpfchentrichome, also eine sehr grosse Zahl. Auf der Aussenwand

des Kelches kommen zahlreiche Schüsselnectarien vor von dem *Parmentiera*-typus. Die Innenwand des Kelches ist von einer sehr dicken, sich mit Methylenblau schwach färbenden Schleimschicht bedeckt. Diese Schleimschicht umhüllt nicht allein alle Köpfchenhaare, sondern erhebt sich weit über dieselben. Ihre Dicke beträgt an $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{3}$ der Kelchwanddicke, also ungefähr 0.1—0.2 millimeter. Diese Schleimschicht ist also hier auffallend dicker wie bei *Clerodendron* und *Parmentiera*. In dem Schleim liegen zahllose Individuen einer Bacterien-species eingehüllt; ausserdem einzelne, grosse, schimmernde, an Cystolithen erinnernde Körper, welche nicht näher von mir untersucht sind.

Ob dieser Schleim ein Bildungsproduct ist der Bacterien, ähnlich wie aus Coloniën von *Leuconostoc mesenterioides* grosse Schleimmassen[1]) hervorgehen, oder ob derselbe von der Kelchwand oder von den Kelchinnenwandtrichomen zugleich mit dem Wasser ausgeschieden wird, habe ich nicht ermitteln können.

Dass die letztgenannten Trichome in den Knospen als Hydathoden fungiren, und dass das in der Kelchhöhle der Knospe enthaltene Wasser von ihnen ausgeschieden worden ist, scheint mir nicht zweifelhaft, weil die Epidermiszellen der Kelchinnenwand lückenlos an einander schliessen und Spaltöffnungen hier fehlen.

Lebendfärbungsversuche mit Methylviolett-lösung von mir in Buitenzorg ausgeführt, lieferten zwar ein scheinbar negatives Resultat, aber die Erklärung dieses unerwarteten Resultates lässt sich leicht erblicken in der aussergewöhnlich dicken Schleimschicht welche die Kelchinnenwandhydathoden umgiebt. Denn es ist zweifellos diese Schleimschicht die Ursache, des ganz ungefärbt Bleibens der Kelchinnenwandhydathoden. Ich machte in Buitenzorg, sowohl mit einer jungen, wie mit einer sehr alten Knospe den Lebensfärbungsversuch und erhielt in beiden Fällen das anfangs für mich ganz unerklärliche Resultat, dass nur die Kelchaussenwand-trichome und die Kelchaussenwand-nectarien den Farbstoff aufgenommen hatten, während die an der

1) *Schenck* in Strasburger, Noll, Schimper, Lehrbuch l. c. p. 272.

Innenwand sitzenden, und doch zweifellos als Hydathoden fungirenden plasmareichen Köpfchentrichome nicht die geringste Färbung zeigten.

Während nun, wie wir sahen, in jungen Knospen die Wassersecretion nur von den Kelchhydathoden ausgeht, zeigt sich in älteren Knospen eine Aenderung in derselben Richtung, wie wir dieselbe bei älter werdenden Knospen von *Stereospermum* kennen lernen werden. Es übernimmt nämlich die stark wachsende Corolla diese Function zum grösseren Theile. Diese Functions-übertragung spricht sich am deutlichsten aus, wenn man eine sehr grosse, z. B. 25 mm. lange Knospe, im Längs- und Querschnitt untersucht. Es zeigt sich dann die vorher noch trichomlose, geöffnete Corolla in eine fest geschlossene Röhre verwandelt, welche beiderseits mit plasmareichen, und jetzt wohl als Hydathoden functionirende Köpfchentrichome dicht bedeckt. Durch eine stark wellenförmige Faltenbildung der Corollenröhre ist die secernirende Oberfläche wohl auf das vierfache vergrössert, und durch das fächerförmige, enge Zusammenlegen der Corollenzipfel ist ein ausgezeichneter Verschluss dieser zweiten Röhre hergestellt worden. Es sind die fast ausgebildeten Antheren und das junge Ovarium hier also in älteren Knospen ausgezeichnet gegen Austrocknung geschützt, denn sie befinden sich im Inneren eines geschlossenen Hohlcylinders, welcher innen feucht gehalten wird, und welcher aussen erst von einem dünnen Wasser-mantel umgeben ist, welcher seinerseits wiederum von einer zweiten fleischig lederartigen, ebenfalls geschlossenen Röhre umgeben ist.

Es möge hier erwähnt werden, dass die in Buitenzorg von mir untersuchten *Kigelia*-Blüthenknospen und Blüthen fleissig von einer schwarzen Ameisenart besucht werden. Die Ameisen bevorzugen die Blüthenknospen. In grossen Schaaren sieht man sie stets emsig auf den langen Blüthenständen herumlaufen, um sich an den Schüsselnectarien mit dem ausgeschiedenen Nectar zu ernähren.

Zuletzt muss auch noch bemerkt werden, dass auch bei *Kigelia* wie bei *Clerodendron Minahassae*, *Parmentiera*, etc. aus dem

üppigen Wachsthum der Pilze in dem Kelchwasser geschlossen werden muss, dass die Hydathoden in der Blüthenknospe zugleich mit dem Wasser auch mehr oder weniger erhebliche Mengen organische Substanzen (?Zucker) ausscheiden.

Es sei hier (siehe weiter unten) erwähnt, dass ich in Buitenzorg mit *Kigelia*-Knospen einige Druckversuche angestellt habe.

---

§ 5. Stereospermum hypostictum Miq.

Dieser zu den Bignoniaceae gehörende Baum ist in dem I Band p. 72—74 der „Boomsoorten van Java" von Koorders und Dr. Valeton ausführlich beschrieben. Nach diesen Autoren kann Folgendes mitgetheilt werden. Diese Species ist in der botanischen Literatur unter nicht weniger als acht anderen Namen beschrieben und z. Th. abgebildet worden. Sie kommt wildwachsend in den Wäldern von ganz Java ziemlich häufig vor und ist bis in British-Indien verbreitet. Sie wächst nicht allein in schattenreichen, immergrünen, constant feuchten, heterogenen Wäldern, sondern auch in lichten laubverlierenden Wäldern auf periodisch sehr trocknen Böden. Die schönen grossen Blüthen sitzen in terminalen, reichblüthigen Paniculae. Die Bracteae und Bracteolae sind hinfällig." In den jungen Blüthenknospen fand ich — leider erst kurz vor meiner Abreise nach Europa — bei einem in Buitenzorg wachsenden Exemplare Wasser eingeschlossen. Ich fand dieses aber nur in Form kleines Tröpfchen an der Kelchinnenwand und hauptsächlich nahe der Spitze. Und zwar nur in den frühen Morgenstunden. Wenn ich Knospen untersuchte, welche gegen Mittag gesammelt waren, dann waren keine Tropfen mehr zu sehen. Es war dann aber die Innenwand jedoch in Folge einer sehr dünnen Wasserschicht noch stets feucht.

Dieser Unterschied bot sich regelmässig dar, auch wenn ich vollkommen gleichgrosse z. B. 4 mm. lange Knospen untersuchte.

Die untersuchten Wassertropfen waren klar und färbten

Lakmuspapier roth; reagirten also sauer. Bacteriën wurden in demselben nicht beobachtet. Jedoch zeigte sich die ganze Innen- und Aussenkelchwand mit einem dichten, reichverzweigten Mycelium eines Fadenpilzes bedeckt. Dieses Mycelium war stets in den jüngsten Knospen am üppigsten entwickelt, und immer bildete es in dem oberen Theil der Kelchhöhle ringsum den nach Aussen führenden Spalten zwischen den Kelchzipfeln ein wattenpfropfähnliches Geflecht, genau wie ich dieses bei *Crescentia* gefunden hatte. Nach Tinction mit Methylenblau und kurzem Auswaschen mit wasserigem Alcohol wurden auserordentlich instructive Praeparate erhalten. Die Pilzhyphen, welche ungefärbt äusserst schwierig zu sehen waren, hoben sich durch ihre schön dunkelblaue Färbung gegen das sehr schwach tinggirte Gewebe von der Knospe sehr scharf ab. Es liess sich an diesen gefärbten Praeparaten leicht feststellen, dass diese Filzhyphen nur über die Oberfläche der Knospe und zwar besonders über und um die Köpfchenhaare her kriechen, jedoch an keiner Stelle in das Gewebe des Wirthes eindringen.

Ob hier Symbiose vorliegt mit beiderseitigem Nutzen muss ich unentschieden lassen. Weil ich jedoch in jeder untersuchten Knospe diesen Fadenpilz auffand, und weil anderseits an dem untersuchten Baume bei Weitem der grösste Theil der Blüthenknospe sich normal zur Frucht entwicklen, muss daraus geschlossen werden, dass die Pflanze resp. die Knospe wenigstens keinen Schaden von dem Pilz-Gast empfindet; ebenso wie dieses von Treub [1]) für *Spathodea campanulata* bemerkt worden ist für die constant in den Wasserkelchen vorkommenden Colonien von Bacterien und wie solches auch für *Parmentiera*, *Crescentia* und *Clerodendron Minahassae* der Fall zu sein scheint.

Aus den Figuren 129—135 und aus der ausführlichen Erklärung derselben lässt sich die Entwicklungsgeschichte des Wasserkelches von *Stereospermum* leicht ersehen.

Es mögen deshalb hier nur noch einige kurze Notizen stattfinden.

---

1) Treub l. c. p. 45.

In sehr jungen, weniger als 1 mm. grossen Knospen ist der Kelch aussen dicht mit plasmareichen Köpfchenhaaren bedeckt, während sich in dem in Ausbildung begriffenen, inneren Hohlraum erst die ersten Anlagen von derartigen Trichomen zeigen. Mit dem Wachsthum der Knospe und mit der Hand in Hand gehenden Vergrösserung des Kelchhohlraumes geht eine üppige Bildung von Köpfchenhydathoden an der Kelchinnenwand vor sich.

Sie zeigen sich ausnahmslos alle cuticularisirt. Durch Auswaschen und Färbung mit Safranin nehmen diese Cuticularstreifen der Epidermis mit den aufsitzenden Trichom-Hydathoden eine schön kirschrothe Färbung an; beantworten also auch in dieser Hinsicht an die Reaction auf cuticularisirte Membranen. Die Stielzelle zeigt sich wieder sehr dickwandig und die Cuticula welche die Köpfchenzellen umhüllt, ist wieder sehr zart (kaum 0.2 μ) homogener Structur. Derartig behandelte Schnitte liefern also genau gleichartige Bilder wie bei *Clerodendron Minahassae* bei gleicher Behandlung. Die Stielzelle ist 15 μ und das Köpfchen, welches aus einer Schicht von etwa 10—15 Zellen besteht, ist im Durchschnitt 50 μ breit. Bei allen Aussenwandtrichomen des Kelches ist die Stielzelle stets kurz und einzellig. Bei den Innenwandtrichomen des Kelches ist die Stielzelle nicht selten fadenförmig 4—5-zellig, wenigstens bei den nahe der Spitze der Kelchhöhle inserirten Hydathoden. Ausserhalb dieser Köpfchentrichome finden sich auf dem Kelch keine anderen Haarbildungen als Schüsselnectarien und zwar kommen dieselben nur auf der Aussenwand in nicht sehr grosser Zahl vor. Sie sind ebenso gebaut wie bei *Parmentiera* und *Crescentia*, aber sie sind kleiner. Ich glaube annehmen zu dürfen, dass sich auch diese Nectarien, ebenso wie die Köpfchenhaare bei *Stereospermum* aus je einer Epidermiszelle entwicklen. Sie sind wie dort aus einer riesigen Stielzelle und einer sehr grossen Anzahl schlauchartiger Köpfchenzellen gebildet. Mit dem unbewaffneten Auge sind die Nectarien bereits zu sehen; sie sind etwa 0.2 mm. lang und 0.1 mm. breit. Diese Schüsselnectarien sind ziemlich unregelmässig auf der Kelchoberfläche vertheilt; unmittelbar an der Basis fand ich aber keine.

Der Kelch besitzt aussen zahlreiche, aber innen keine Spaltöffnungen. Die Epidermiszellen der Kelchinnenwand schliessen lückenlos an einander. In Folge dessen scheint es mir nothwendig, die zahlreichen Köpfchenhaare im Kelchinneren als Hydathoden aufzufassen, und folglich denselben die Ausscheidung des im Kelchinneren eingeschlossenen Wassers zuzuschreiben. Und wenn nun die Knospe die Grösse erreicht hat, wie sie in Fig. 132 abgebildet ist, findet man die ganze Wand der Kelchhöhle so dicht mit Köpfchentrichomen bedeckt, dass sich dieselben seitlich meistens berühren. Im Grunde einer derartigen Knospe sieht man dann schon die Anlagen der Corolla, der Stamina und des Ovariums. Die Corolla zeigt dann aber noch keine Trichombildung. Erst in etwas älteren Knospen (wie Fig. 133) findet man diese Trichomanlage auf der Corolla und zwar erst und nur stellenweise auf der Aussenseite, nachher (Fig. 135) auf der Innenseite und hier in sehr üppiger Weise.

Eine Untersuchung einer 10 millimeter langen Knospe ergiebt folgendes.

Die Knospe hat eine längliche Form und ist nach oben zugespitzt. Die Kelchzipfel sind sehr klein aber mit der Lupe gut zu sehen. Sie schliessen ohne Cuticularnaht und ohne Zellnaht [1]) an einander. Der Knospenverschluss ist in Folge dessen kein sehr fester. Vielleicht lässt sich hierdurch zum Theil die geringe Wasserquantität in der Kelchhöhle erklären. Sowohl innen wie aussen ist der Kelch dicht mit kurz gestielten plasmareichen Köpfchentrichomen bedeckt. Die Trichome der Innenwand scheinen aber etwas plasmareicher und wenn auch nur wenig, doch etwas zartwandiger. Beide, sowohl die Aussenwand, wie die Innenwandtrichome scheinen eine Flüssigkeit zu secerniren, welche organische Substanzen enthält. Denn sonst lässt sich das auffallend üppige Gedeihen des Fadenpilzes schwerlich erklären. Dazu kommt, dass gerade dort, wo die Trichome am dichtesten gestellt sind, nämlich an der Spitze der Kelchhöhle auch das Pilzgeflecht üppiger ist wie an anderen Stellen. Be-

1) Hier ist wieder die Terminologie von Raciborski l. c. gefolgt.

handelt man einen Längsschnitt einer Knospe mit concentrirter Schwefelsäure, dann erhält man dasselbe Resultat, was wir auch bei den anderen Wasserkelchen erhielten. Die zarte kaum 0.2—0.3 μ dicke Cuticula der Epidermis von Kelchinnen- und -aussenwand reisst sich von dem zerstörten unterliegenden Gewebe los und auf diesen zarten Cuticularstreifen sind die Köpfchentrichome sitzen geblieben, während ihre ganze Aussenwand intact geblieben ist. Lebendfärbung wäre allerdings zur weiteren Stütze dieser Auffassung bei dieser Species noch auszuführen.

Eine Betrachtung einer viel älteren, z. B. 21 mm. langen Knospe ergiebt Folgendes.

Innerhalb des noch ganz geschlossenen Kelches bildet jetzt die Corolla eine ebenfalls geschlossene Röhre. Der Verschluss letzterer wird dadurch gebildet, dass sich die Corollenzipfel fächerförmig zusammengefaltet haben. Im Inneren der Corollenröhre befinden sich die bereits fertigen, Pollen enthaltenden Antheren und das bereits grosse Ovula enthaltende Ovarium. Die Geschlechtstheile sind hier also von zwei geschlossenen Hüllen umgeben. Die Innenwand der Corolla zeigt sich jetzt so dicht mit plasmareichen Köpfchentrichomen bedeckt dass sich dieselben überall berühren. An verschiedenen Stellen sieht man trotzdem noch Neubildung derselben. Sie entstehen aus je einer Epidermiszelle. Bevor die Corolla sich röhrenartig um die Geschlechtstheile geschlossen, hat keine nennenswerthe Bildung dieser Köpfchenhaare an der Innenwand stattgefunden. Es scheint hier eine theilweise Functionsübernahme der Wasserausscheidung vom Kelche auf die Corolla stattgefunden zu haben. Die Corolleröhre schliesst in diesem Alter fast an die Kelchröhre an. Eine Stütze zu dieser Annahme der genannten Functionsübernahme wird noch dadurch geliefert, dasz der plasmatische Inhalt der Kelchinnenwandhydathoden ein derartiges trübes Aussehen angenommen haben, wie man solches bei Zellen, welche sich am Ende der Secretionsperiode befinden, beobachtet; während gerade der Charakter des plasmatischen Inhaltes der Corolleninnenwandtrichomen in solchen alten Knospen den Eindruck in kräftiger Secretion begriffener Organe hervorruft.

Diese Corollentrichome, welche nach meiner Ansicht in Knospen als Hydathoden fungiren, sind in geöffneten Blüthen sehr weit aus einander gerückt. Dasselbe ist in Blüthen der Fall mit den Kelchhydathoden. Während sie sich in jungen Knospen allseitig berühren, zeigen sie sich in Blüthen bis auf 250 μ aus einander gerückt. Und beide, Kelch- und Corollentrichome machen dann was ihren plasmatischen Inhalt betrifft den Eindruck, nicht mehr in Thätigkeit zu sein.

Weder auf der Innenseite, noch auf der Aussenseite der Corolla fand ich Spaltöffnungen.

Die Haare, welche büschelförmig am Grunde der Filamenten in älteren Knospen vorkommen, bestehen aus einem sehr langen, fadenförmigen, durchscheinenden, vielzelligen geraden Stiel und einem vielzelligen, halbkugeligen, sehr dunkel, fast schwarz gefärbten Köpfchen. Sie sehen den Fruchtkörpern von *Pilobolus* nicht unähnlich. Im Vergleich zu den übrigen Trichomen ist ihre Zahl und auch die Zahl der Corollenaussenwandtrichome so gering, dass es wohl nicht wichtig erscheint zu discutiren ob diese vielleicht auch an der Wassersecretion betheiligt sein können.

Obwohl aus dem Fehlen der Spaltöffnungen auf der Corolla bei *Stereospermum* auf längere Zeit des Bestehens der Wasserausscheidung in der Kelchhöhle vielleicht geschlossen werden dürfte und obgleich der Knospenbau und die Knospenentwicklung in vielen Hinsichten schöne Anpassungen zeigt für das Schützen der Geschlechtstheile durch Wasser, so ist es andererseits eigenthümlich, dass sich der Kelchzipfelverschluss nicht weiter ausgebildet hat. Wir finden dass sich hier gewissermassen in einer Richtung, nämlich in dem Kelchzipfelverschluss bei Weitem nicht solche schöne Einrichtungen ausgebildet haben, wie sie andere Wasserkelche aufweisen.

§ 6. Heterophragma adenophyllum Seem.

Von dieser Bignoniaceen-Species wurde schon von Raciborski auf Grund der Untersuchung von Herbarmaterial angenommen, dass die Blüthenknospen vielleicht Wasser enthalten könnten, und zwar weil sie eine grosse Aehnlichkeit mit dem Bau der Wasserkelche von *Spathodea campanulata* zeigten. Diese Hypothese Raciborski's hat sich durch meine Untersuchung der lebenden Pflanze als vollkommen richtig erwiesen. Die jüngeren Knospen sind bis zu einer Länge von etwa 10 mm. grösstentheils mit Wasser gefüllt. Bei älteren Knospen beschränkt sich das ausgeschiedene Wasser auf eine dünne Schicht zwischen Kelch und Corolle.

Raciborski [1]) hat einen Längsschnitt durch eine Blüthenknospe in etwa 6-facher Vergrösserung abgebildet (seine Fig. 27 und meine Fig. 103) und Folgendes über den Bau mitgetheilt: „*Heterophagma* [2]) *adenophyllum* Seem. ähnelt dagegen stark der *Spathodea campanulata*. Die Kelchcalyptra ist an der Oberfläche dicht mit bäumchenartigen Haaren bedeckt, im Inneren (mit Ausnahme der Spitze, wo ein Haarbüschel unterhalb der Scheitelöffnung sitzt) nur mit Drüsen, die denen der *Spathodea* ganz ähnlich sind, dicht bedeckt. Die Höhle der Calyptra ist sehr gross; an ihrer Basis sitzt die kleine innere Blüthenknospe. Die Scheitelöffnung wird ähnlich wie bei *Spathodea camp.* durch aneinander liegende, etwas gebogene Ränder der Calyptra verschlossen."

Folgendes kann auf Grund meiner Untersuchungen an der lebenden Pflanze und an von zwei in Buitenzorg cultivirten Individuen herrührendem Alcoholmaterial dieser Beschreibung hinzugefügt werden.

Heterophragma adenophyllum Seem. wächst nach Kurz [3]) und nach Hooker [4]) in Burma. Im Malayischen Archipel kommt so-

---

1) l. c. p. 187—188.

2) Forest Flora of British Burma.

3) Raciborski sagt aus Versehen *Dolichandrone adenophylla* DC. Es besteht aber kein derartiger Name im Index Kewensis und fast zweifellos ist die von R. untersuchte Pflanze *Spathodea adenophylla* DC. = *Heterophragma adenophyllum* Seem.

4) Flora of British India.

weit mir bekannt dieser Baum nicht wildwachsend vor und cultivirt scheint sie dort nur durch ein Paar Individuen im Hortus Bogoriensis und im Hirschkamp in Buitenzorg vertreten zu sein.

Der Baum ist in Buitenzorg etwa 15—20 m. hoch. Die Blüthenstände sind reichblüthig, zahlreich und terminal. Die Blüthenknospen sind in ihrer Jugend von einer grossen, dicht behaarten Bractee geschützt. Selbst bei 7 mm. langen Knospen ist diese Bractee noch erhalten. Erst bei älteren Knospen wird sie abgeworfen. Die Aussenfläche des Kelches, welcher bis unmittelbar vor dem Oeffnen der Blüthe eine geschlossene, eiformige, oben zugespitzte Kapsel, eine s. g. Calyptra bildet, ist mit einem bleibenden, sehr dichten und dicken, im Leben schwarz aussehenden Haarfilz bedeckt. Und weil dieser Haarfilz aus dicht in einander gefügten, baumartig-verzweigten, sehr dickwandigen, bereits bei sehr jungen Knospen nur mit Luft gefüllten Haaren besteht, liegen die zahlreichen sich dort an der Kelch-Aussenwand befindenden Spaltöffnungen und überhaupt die in der Calyptra enthaltenen Blüthentheile ausgezeichnet gegen austrocknen geschützt.

Eine nähere Untersuchung zeigt aber, dass der erstrebte Schutz der inneren Blüthentheile bezw. der Geschlechtsorgane noch auf anderem Wege von der Pflanze erhöht wird und zwar durch Wasser in der Kelchhöhle. Wenn es auch möglich ist, dass diesem Wasser noch ein anderer Nutzen für die Blüthenentwicklung zukommt, in diesem Falle scheint es mir fast zweifellos, dass der Hauptzweck *dieser* Wasserausscheidung in der Kelchhöhle im Schutze der Geschlechtsorgane gegen Austrocknung besteht. Sowohl der Ort, wo das ausgeschiedene Wasser aufgehoben wird, als die Vorrichtungen gegen das Ausfliessen des Wassers und der Zusammenhang, zwischen reichlichem Wassergehalt und eben aufangender Bildung der Geschlechtsorgane, sowie zwischen Abnahme des Wassers und bereits vorgeschrittener Ausbildung der Ovula resp. des Ovarium und des Pollens resp. der Antheren sprechen hierfür. Letztere Abnahme lässt sich allerdings auch erklären durch Resorption

des Kelchwassers durch die sich in dem Wasserbade entwickelnden Blüthentheile, und ausgeschlossen ist selbstverständlich ein derartiger Wasserverbrauch nicht ganz, sondern der Umstand, dass das Kelchwasser aussen eine Schicht bildet ringsum die in der jungen Knospe eine Art Hohlkugel bildende Corolla (in welcher Antheren und Ovarium innen durch eine Luftschicht von der Corolla getrennt eingeschlossen sind), spricht auch für Schutz gegen Austrocknen der Geschlechtsorgane.

Es fragt sich jetzt zunächst, wie wird das Wasser im Kelchinneren ausgeschieden.

Oberflächenschnitte lehren, dass die Epidermis der Kelchinnenwand aus polygonalen Zellen besteht, welche ohne Intercellularen fest an einander schliessen. Spaltöffnungen, sowie Wasserspalten fehlen der Innenwand gänzlich. Aber die ganze Innenwand ist mit Ausnahme einer basalen Zone dicht mit Köpfchentrichomen bedeckt, welche in Bau und Grösse so sehr an diejenigen des Kelchinneren von *Spathodea campanulata* erinneren, dass es mir zwecklos erschien, dieselben abzubilden. Ihr Durchmesser beträgt ungefähr 60 μ; sie fallen durch grossen Plasmareichthum und kräftig entwickelte Zellkerne gegen die relativ plasmaarme Epidermis auf. Sie bestehen wieder aus einer einzelligen, mit verdicktem Cuticularring versehenen Stielzelle und einer Schicht von etwa 15—25 Köpfchenzellen. Letztere zeigen sich in Blüthenknospen stets von einer zarten, conc. Schwefelsäure widerstehenden, tüpfellosen Cuticularhülle umgeben, welche soweit ich sehen konnte, während der Secretion nicht gesprengt wird.

In von mir ausgeführten Lebendfärbungsversuchen mit Methylviolett zeigte sich der Inhalt dieser Trichome, sowie der Inhalt der sich bei nicht zu jungen Knospen auch auf der Corolle befindlichen, aber anders gebauten Trichome bald schön dunkel violett, während der Inhalt der Epidermiszellen von Corolle und Kelch ganz ungefärbt blieb. Dieses Experiment veranlasst mich im Zusammenhang mit dem oben Mitgetheilten diese Haare, auch diejenigen der Corolle, mit hoher Wahrscheinlichkeit als Hydathoden zu betrachten und folglich das sich

im Inneren des geschlossenen Kelches befindliche Wasser als Ausscheidungsproduct dieser Trichomhydathoden anzusehen. Es sei hier aber bemerkt, dass die Wasserausscheidung in Blüthenknospen, welche kleiner wie 4—5 mm. sind, wohl nur von den Kelchhydathoden herrühren kann. In derartigen Knospen ist nämlich die Corolle im Vergleich zu dem Kelch äusserst klein und noch ganz ohne Trichome. Nur in etwas älteren fängt die Corolle an, einige Trichome, und zwar nur an der Aussenseite, zu bilden. Diese Trichomhydathoden der Corolla sind nach einem anderen Typus gebaut als die Köpfchenhaare des Kelches. Sie bestehen nämlich aus einer geraden, fadenförmigen, spitz endigenden, sehr langen Endzelle, welche auf zwei sehr kleinen, mehr oder weniger isodiametrischen Fusszellen sitzen. An der Innenseite der Corolle fehlen Haare. Die Bildung dieser fadenförmigen Trichomhydathoden fängt an, wenn die Corolle etwa 1 mm. Grösse erreicht hat, und ihre Bildung setzt sich fort bis die Knospe fast ausgebildet ist. Diese langen, fadenförmigen Trichome bedecken die Corollaaussenwand so dicht, dass man die zwischenliegenden Epidermiszellen kaum sehen kann. Sehr junge, derartige Corollahydathoden und solche, welche ungefähr die halbe Länge der ausgewachsenen Trichome erreicht haben, sind auffallend reich an Cytoplasma und kennzeichnen sich durch relativ grosse Zellkerne. Solche Trichome, welche die grösste Länge erreicht haben, sind dadurch merkwürdig, dass zwar das Cytoplasma auf eine äusserst spärliche Wandschicht reducirt ist, welche das im Haare befindliche Wasser wie eine Hülle umgibt, dass aber der Zellkern an dieser Reduction nicht im Mindestens betheiligt ist. Der grosse, stets mit einem grossen Nucleolus versehene Zellkern fällt in diesen äusserst zartwandigen, wasserhell-durchsichtigen, Haaren ganz besonders auf. Die Form dieses Kernes ist in den secernirenden Haaren eine ellipsoidische. Sie ist an zwei Enden und zwar in der Richting der längsten Achse zuweilen schwach zugespitzt. Die Lage dieses Kernes ist in secernirenden Haaren meist im der Nähe der Mitte und stets in dem dünnen Plasma-Wandbeleg. Die Wand dieser Corollatri-

chome ist, solange sie sich im Wasser der Knospe befinden, auffallend zart. Die Zartwandigkeit fällt ganz besonders auf, wenn man diese wassersecernirenden Trichome vergleicht mit den lufterfüllten, wohl nur zum Transpirationsschutz dienenden Haaren auf der Aussenwand des Kelches. Die Corollahaare sind in 20 mm. langen Blüthenknospen, also in solchen in welchen kein Wasserhohlraum oben mehr besteht, zum grössten Theile noch nicht cuticularisirt. Die Trichomenform in solchen alten Knospen ist ganz verschieden von den in Tafel V abgebildeten, insofern als die 2—4 kurzen Fusszellen alle in der Länge ausgewachsen sind. Dadurch erinnern derartige Trichome schon sehr an diejenigen, welche die Aussenseite der Kelches bedecken. Insofern aber zeigen diese Corollahaare auch einen Unterschied mit den Kelchaussenwandtrichomen als sie nicht mit Luft, sondern mit Plasma gefüllt sind und insofern als sie ungleich viel dünnwandiger sind. Sie machen sogar, in solchen 20 mm. längen Knospen, noch ganz den Eindruck der Secretionsthätigkeit.

Hervorgehoben muss noch werden, dass die Köpfchenhydathoden in nur 3—4 mm. langen Blüthenknospen so dicht auf einander sitzen, dass sie meistens einander seitlich berühren, häufig sogar theilweise bedecken und selten in grösser Entfernung als die Breite eines Trichoms von einander sitzen, dass sie jedoch in älteren, zum Beisp. in 20 mm. grossen Blüthenknospen, sehr weit von einander entfernt sind, sogar meistens 200—800 μ. Merkwürdig ist ausserdem, dass Neubildung von Kelchhydathoden schon aufgehört hat, wenn die in der Jugend wahrscheinlich als Hydathoden functionirenden Corollatrichome sich zu bilden anfangen. Es scheint hier also die Function der Wasserausscheidung vom Kelch nachträglich auf die Krone übertragen zu werden und die wasserausscheidenden Haare der Corolla scheinen nach und nach ihre secernirende Thätigkeit einzustellen, um zuletzt, an der entfalteten Krone nur als Transpirationsschutz zu dienen.

Der eigenthümliche Knospenverschluss des Kelches durch hereinbiegen eines Zipfels in der Weise, wie man eine Flasche

schliesst mittelst des in den Hals hinein gebrachten Fingers, geht aus den Figuren 104—109 deutlich hervor. Da hier weder Cuticularnaht- noch Zellennahtverschluss der übrigen Zipfel stattfindet, ist das Kelchwasser überhaupt nicht so vielseitig gegen Herauslaufen geschützt wie bei *Spathodea campanulata*, wo der selbstregulirende Kelchverschlussmechanismus hervorragend schön eingerichtet ist. Weil letzterer von Treub noch nicht so detaillirt abgebildet ist, wie es zum Vergleich mit den anderen hier behandelten Fällen erwünscht ist, lasse ich unten einige Zeichnungen von *Spath. camp.* folgen.

Wie aus den Figuren 103, 104 und 106 hervorgeht ist der Langguette-ähnliche Kelchzipfel im Inneren des Knospenhohlraumes bei *Heterophr. aden.* mit langen Haaren bedeckt. Diese Haare sind fadenförmig, einzellig, dickwandig, cuticularisirt und bereits bei sehr jungen Knospen plasmaleer und nur mit Luft erfüllt.

Wenn nicht die anatomische Untersuchung einen, wie es scheint, nicht sehr vollkommen wirkenden Klappenventilschluss mechanismus gezeigt hätte, so würde man doch auch aus einem ganz anderen Grund auf einen unvollkommenen Verschluss geschlossen haben, und zwar durch die von mir gemachte Beobachtung, dass diese wasserhaltigen Blüthenknospen auffallend fleissig besucht werden von scheinbar derselben kleinen, schwarzen Ameisenspecies, welche im Malayischen Archipel so allgemein extranuptiale Nectarien aufsucht, und welche wir auch auf *Crescentia*-Nectarien beobachteten. Weil an dem ganzen Blüthenstand keine extranuptiale honigausscheidende Organe aufgefunden werden konnten, und weil die Ameisen stets in auffallend grosser Zahl die Knospen besuchten, muss ich annehmen, dass sie im Stande sind, sich etwas von dem Kelch„wasser" anzueignen, und dass sie auf den Genuss dieses „Wassers" hohen Werth legen. Und weil nun in dem feuchten, wasserreichen Standorte kaum angnommen werden darf, dass dieser Ameisenbesuch nur einfachen Wassers wegen geschieht, so drängt sich der Schluss auf, dass das Kelchwasser von *Heterophr. aden.* organische und vielleicht zuckerartige Substanzen, wenn auch nur Spuren enthalten wird.

Die Wahrscheinlichkeit dieses letzten Schlusses wird nun dadurch sehr erhöht, dass in dem Kelchwasser von mir stets Sprossungen eines Fadenpilzes beobachtet wurden.

Es sei hier erwähnt, dass es durch die bekannte Methylenblau-Tinction gelang, diese Pilzsprossungen sehr schön hervortreten zu lassen. Sie zeigten sich besonders zahlreich auf der Oberfläche der Kelchhydathoden, also an der Quelle des ausgeschiedenen „Wassers".

Sowohl bei dieser Species, wie bei *Kigelia pinnata* sind von mir auch Druckversuche ausgeführt nach der bereits von Moll [1]) und von Haberlandt für Hydathoden ausgebildeten Methode. Trotz der bis auf 70 centimeter aufgeführte Quecksilberhöhe und trotz wiederholter Versuche, gelang es nicht, eine sehr verdünnte Methylviolettlösung in der Kelchhöhle der lebenden Knospe als Ausscheidung zu erhalten. Dieses negative Resultat mag wohl auf das rein active der Wassersecretion durch die Hydathoden hindeuten.

Es sei mir aber gestattet, hier speciell die Aufmerksamkeit auf einen Punkt zu lenken, der bei dem Resultate dieser in Buitenzorg gemachten Versuche in Betracht kommt. Es ist zweifellos eine Ungenauigkeit gewesen, dass einige Naturforscher eine *active* und *passive* Hydathoden-Wassersecretion unterschieden haben, weil die Gründe, aus welchen für das Bestehen passiver Secretion gefolgert wurde, ganz falsch sind. Man nannte nämlich dann eine Wassersecretion passiv, wenn es gelang durch künstlichen Druck eine Wasserausscheidung hervorzurufen. Und man nannte sie activ, wenn diese Ausscheidung nicht gelang. Stellt man sich aber klar vor was geschieht, wenn der Pflanzentheil, mit dem man experimentirt, einem starken Druck (z. B. durch eine Quecksilbersäule) ausgesetzt wird, dann muss die Unrichtigkeit dieser Folgerungen sofort auffallen. Denn der Druck übt ja einen Reiz auf das Protoplasma aus, und es ist dieser „Reiz" des lebenden Plasmas, welcher sich bis zu den Hydathoden fortpflanzt und

1) Moll l. c.

dort endlich, in den Hydathoden einen Reiz auf das Plasma ausübt, wodurch die Wassersecretion aus denselben erfolgt. Es ist hier nicht der Druck selbst, der das Wasser aus den Zellen, wie aus einem Schwamm herauspresst, sondern es ist der *Reiz* auf das Plasma, welcher indirect die Wassersecretion hervorruft.

Es lässt sich diese falsche Schlussfolgerung gut vergleichen mit dem Fall, im welchem man z. B. bei einem Menschen durch starken Druck auf die Haut der Brust reichliche Schweisssecretion an der Stirn hervorruft und wo man dann diese Secretion als passive Herauspressung erklären wollte, anstatt als Resultat activer Thätigkeit der durch den Druck gereizten Schweissdrüsen.

Auch Haberlandt äusserst sich am Schlusse seiner mehrfach citirten Hydathoden-Abhandlung in derartigem Sinne über diesen Punkt.

Von dem ausgeschiedenen Wasser von *Heterophragma* ist leider bis jetzt keine Analyse gemacht.

---

§ 7. Spathodea campanulata Beauv.

In dieser Zeitschrift hat Treub [1]) die von ihm entdeckten Wasserkelche, zum ersten Male detaillirt beschrieben und abgebildet. Zum Vergleiche jedoch mit den vor mir gegebenen Abbildungen und Beschreibungen der verschiedener Wasserkelche glaubte ich es zweckmässig einige Figuren hinzuzufügen, (Meine Figuren 138, 139, 142—144 der Tafel) speciell zur Veranschaulichung des prachtvollen Knospenverschlusses mittelst Cuticularnaht und Languettes. Und zu dem von Treub unten auf Seite 43 Gesagten kann ich hinzufügen, dass ich die Köpfchenhaare von Knospen-*Alcoholmaterial* alle intact und von einer nicht gesprengten zarten Cuticula umgeben fand.

1) l. c. p. 38—45.

§ 8. Iochroma macrocalyx Benth.

Die Wasserkelche der südamerikanischer obengenannten *Solanacee* sind 1891 von Lagerheim [1]) entdeckt und genau beschrieben; von mir jedoch nicht untersucht, weil ich kein Material hatte. Die Flüssigkeit wird im Inneren der Kelches durch keulenförmige, vielzellige „Drüsenhaare" abgesondert. „Dass es in der That diese Haare sind, welche die Flüssigkeit absondern, dafür spricht der Umstand, dass man in ganz kleinen, nur wenige Millimeter langen Knospen mit noch ganz meristematischem Zellen an der Innenseite des Kelches zahlreiche vollständig entwickelte Drüsenhaare, die in voller Secernirung begriffen sind, antrifft. Wenn die Krone nach der Befruchtung abfällt, vertrocknen die Haare."

Eine chemische Analyse des Wassers liegt noch nicht vor. Die Wasserausscheidung soll durch „Abheben" der Cuticula vor sich gehen.

---

§ 9. Juanulloa parasitica Ruiz et Pav.

Dass dieser Strauch Wasserkelche hat, war bis jetzt unbekannt. Ich beobachtete die Erscheinung der Wassersecretion bei *Juanulloa* an einem, im Buitenzorger Botanischen Garten als Bodenpflanze cultivirten, etwa 1 Meter hohen Exemplar. Nach von Wettstein in Engler und Prantl l. c. ist *Juanulloa parasitica* ein in den Anden und Mexiko einheimischer Epiphyt mit hängenden, scharlachrothen Blüthen, welche einzeln oder in armblüthigen Cymen stehen. Bei den *Juanulloa*-Arten ist nach von Wettstein der Kelch röhrig oder glockig, 5-zähnig, oft gefärbt, und die Blüthenkrone röhrig, mit verengter Mündung und schmalem Saume.

Diesen Beobachtungen kann ich Folgendes nach eigener Untersuchung hinzufügen.

---

1) Berichte der deutschen bot. Gesellsch. 1891, Bd. 9, p. 348—351.

Zunächst will ich bemerken, dass bei dem Buitenzorger Garten-Exemplar die Blüthenknospen und Blüthen nicht hängen, sondern mehr oder weniger aufrecht stehen. Der Buitenzorger Strauch blüht fast das ganze Jahr hindurch, aber stets werden nur einzelne Blüthenknospen zugleich gebildet. Diese Knospen fallen durch ihre orangerothe Farbe und längliche Gestalt auf. Sie sitzen an den Zweigenden und sind weder von dem spärlichen Laube, noch von Bracteen geschützt.

Betrachtet man eine junge, z. B. eine 15 mm. lange Knospe etwas näher, dann findet man Folgendes. Der Kelch ist dünn lederartig und umgibt einen röhrigen, oben mittelst Zellnaht verschlossenen Hohlraum, welcher mit klarem (selbst nach 2 tägigem Liegen lassen) bacterienfreiem Wasser ganz gefüllt ist. Im Inneren, unten in diesem Hohlraum sieht man die Corolla, welche ein 5-seitiges, ganz geschlossenes, die Geschlechtsorgane einhüllendes, Hohlprisma bildet. Das Innere der Corolla ist, soweit meine Beobachtung reichen, nicht mit Wasser gefüllt. Es entwickeln sich die Geschlechtsorgane hier also in einer geschlossenen, lufterfüllten Röhre, welche aussen von einem Wassermantel umgeben ist, während letzterer wieder von dem lederartigen Kelche umgeben ist.

Ob auch bei so alten Blüthenknospen, wie in Fig. 116 abgebildet sind, noch der ganze Hohlraum mit Wasser gefüllt ist, wie bei der ganz jungen Knospe, ist leider von mir nicht festgestellt. Wenn aber meine Erinnerung richtig ist, dann ist dieser Hohlraum bei einer so alten Knospe innen zwar feucht, aber nicht ganz mit Wasser gefüllt.

Die Figuren 112, 112*a*, 113, 114 und 119 geben ein Bild von Grösse, Form und Bau der Blüthenknospe.

Die übrigen Figuren 115—118, 120—123, welche den anatomischen Bau darstellen, sind grösseutheils nach 0.005 millimeter dicken Mikrotomschnitten angefertigt.

An der Aussenseite ist der Kelch mit hinfälligen, bereits bei älteren Knospen fehlenden, kurzen, wenigzelligen, pfriemenförmigen oder verzweigten Haaren versehen. Nectarien fehlen auf der Kelchaussenseite ganz, ebenso wie Schuppen.

Es fragt sich jetzt: wie wird das Wasser ausgeschieden? Quer durch die ganze Kelch- und Corollaepidermis hindurch oder durch bestimmte Organe?

Lebendfärbung wurde bei *Juanulloa* noch nicht ausgeführt, und diese bei den vorigen Species verwendete Stütze fehlt uns also hier bei der Entscheidung der Frage. Jedoch lehrt eine vergleichend-histologische Untersuchung junger und alter Blüthenknospen und Blüthen, dass wahrscheinlich die Wasserausscheidung bei sehr jungen Knospen nur durch den Kelch und später mit Ausnahme der Kelchspitze, (welche wie es scheint auch noch bei älteren Knospen secernirend bleibt) nur durch die Corolla erfolgt. Und zu diesem Wahrscheinlichkeitsschlusse führt uns die Analogie des Baues zahlreicher zu Papillen oder Trichomen metamorphosirter Epidermiszellen mit dem Bau von Trichomhydathoden und nectarausscheidenden Papillen bei verschiedenen Pflanzen.

Weil nun aber aus dem starken Zusammenschrumpfen der Epidermiszellen und verschiedener darunter gelegener Zellschichten (bis zur Mitte) auf reichlichen Wassergehalt derselben geschlossen werden darf, und da die Epidermiszellen auffallend mehr Plasma enthalten, wie die unterliegenden Zellen ist allerdings eine Wasserausscheidung auch durch die nicht differenzirten Epidermiszellen nicht ausgeschlossen. Jedenfalls ist sie aber nicht wahrscheinlich. Erstens weil ja ein Theil der Epidermiszellen des Kelches und fast alle Epidermiszellen der Corolla zu besonderen Organen umgebildet sind, welche in Bau nectar- oder wassersecernirenden Organen ganz ähnlich sind.

Zweitens, weil die Aussenwand der nicht zu Papillen oder Trichomen umgebildeten Kelchepidermiszellen, in keiner Hinsicht Differenzirung mit Rücksicht auf Secretion zeigt.

Zweifellos ist letzterer Grund ungleich weniger beweisend als ersterer. Denn es sind zahlreiche Fälle bekannt, wo die Secretion durch nicht oder nur sehr wenig in Membranbeschaffenheit differenzirte Epidermiszellen ausgeführt wird.

An der Corolla einer geöffneten Blüthe fand ich keine Spur mehr von den zahlreichen Papillen. Die Untersuchung lehrt

ferner, dass sie noch nicht angelegt sind, wenn der Kelch und folglich der Wasserhohlraum noch klein ist. Sobald aber letzterer durch das Kelchwachsthum sich vergrössert, fängt die mitwachsende, röhrigverschlossene Corolla an zahlreiche Papillen zu bilden. Von diesem Augenblick an scheint die Wasserausscheidung durch die Krone übernommen zu werden und der Kelch hauptsächlich nur als Hülle für das ausgeschiedene Wasser zu dienen.

Die eigenthümlichen, leistenartig nach aussen vorspringenden, innen hohlen, das ausgeschiedene Wasser einhüllenden Kelchaussackungen, welche dem Kelche im Querschnitt die Form eines Seesterns verleihen, mögen vielleicht bei der Wassersecretion nützlich sein, weil ja bei plötzlich verringerter Transpiration der Wasserraum sich leicht ausdehnt (Figur 119). Umgekehrt wird bei starker Insolation das Wasser zuerst aus den leistenförmigen, als Reservoir fungirenden, Gebilden entnommen werden können, und dadurch die Corollaröhre von einem dünnen Wassermantel geschützt bleiben.

Wie oben erwähnt wurde, ist der Knospenverschluss hier sehr zweckmässig, obwohl Languettes und Cuticularnaht fehlen. Die Kelchzipfel sind nämlich im Querschnitt dreieckig und auf der ganzen Epidermis der zwei nach innen gekehrten Seiten dicht mit langen Papillen besetzt. In der Knospe liegen die Kelchzipfel nun derartig klappig an einander, dass die Epidermalpapillen alle nahtartig in einander greifen. Obwohl nun die Wände dieser Papillen nicht mit Cuticularfalten versehen und überhaupt zartwändig sind, ist zweifelsohne diese Verschlusseinrichtung gegen Ausfliessen des Wassers, z. B. bei umgekehrter Lage des Knospe in Folge von Wind, zweckentsprechend, wenn auch nicht so schön wie bei *Spathodea campanulata*.

Bei *Juanulloa* functioniren die zum Verschluss dienenden Zellen zugleich als Hydathoden und auch in dieser Richtung steht also diese Pflanze hinsichtlich der Ausbildung wasserausscheidender Apparate in der Blüthenknospe auf nicht so hoher Stufe, weil ja die Arbeitstheilung von Verschluss- und Secretionszellen sich noch nicht herausdifferenzirt hat.

Diese Kelchzipfelpapillen sind in den Figuren 118 und 121 dargestellt. Erwähnt muss noch werden, dass Epidermiszellen der einander berührenden Kelchzipfelwände sich entweder zu den (einzelligen) langen Papillen ausgebildet haben, oder aber zu keulen- oder fadenförmigen, wenigzelligen Trichomhydathoden. Letztere werden nur an der nach innen gekehrten Rippe (im Querschnitt, an der nach innen gekehrten Spitze jedes Dreiecks) eines jeden Kelchzipfels angelegt und an verschiedenen Stellen an der Innenwand der Kelchröhre. An der Röhre aber in sehr geringer Zahl und stets nur in keulenförmiger Gestalt (Fig. 117, 118). Der reiche Plasmagehalt und der grosse Kern fällen in diesen, von mir als Hydathoden betrachteten Trichomen, wie in den Papillen und Trichomen der Kelchzipfelinnenwände sehr auf. Mit Fuchsin-Iodgrün tingirt, zeigen diese Kerne, welche alle eine fast kugelige Gestalt haben, einen reichen Chromatin gehalt und zahlreiche winzige Nucleolen. Die Lage der Kerne ist in allen diesen genannten Zellen, während der Secretion eine constante, nämlich ungefähr in der Mitte der Zelle.

Es muss hier noch bemerkt werden, dass an der Innenwand der Kelchtubusleisten, in älteren Knospen, an vielen Epidermiszellen wurstförmige, papillenartige Ausstülpungen aufgefunden wurden. Häufig wuchsen aus einer Epidermiszelle zwei derartige schlauchförmige Papillen hervor.

Betreffs von mir im Kelchparenchym gefundener Idioblasten sei Folgendes mitgetheilt.

Fertigt man von der inneren Kelchtubuswand einer älteren Knospe dicke Oberflächenschnitte an, und macht dieselben durchscheinend durch Maceriren in Eau de Javelle, dann erhält man (nach vorherigem Auswaschen) nach Zufügen von Safranin und einer Spur verdünnte Essigsäure eine schöne Farbendiffenzirung der Membranen. Durch die zarte, hübsch kirschroth gefärbte Cuticula der Epidermis schimmert die orange Farbe durch von den, in Folge Pectinreichthums, orange tinggirten Membranen des Parenchyms und des unter der Cuticula liegenden Theiles der Aussenwand der Epidermis. Jedoch mitten zwischen diesem orange gefärbten Parenchym fallen einzelne Zellen durch

ihre kirschrothe Farbe und ihren 30—50 mal grösseren Inhalt, sehr auf.

Diese Zellen haben dicke, mit zahlreichen, einfachen Tüpfeln versehene, cuticularisirte Wände. In frischem Alcoholmaterial besitzen diese, von mir als Idioblasten betrachtete Zellen je einen grossen Zellkern. Sie liegen unregelmässig im Parenchym zerstreut, zuweilen fast unmittelbar unter der Epidermis, zuweilen durch 3 oder mehr Zellschichten davon getrennt. Sie liegen nur selten in der Nähe der Gefässbündelendigungen. Ob diese Idioblasten etwas mit der Wassersecretion resp. der Wasseraufspeicherung im Kelch zu thun haben, ist mit Rücksicht auf ihren Bau und Inhalt nicht unwahrscheinlich, doch kann dieses allein am lebenden Materiale festgestellt werden. In Fig. 125 ist ein Idioblast abgebildet wie er sich an dem soeben genannten Eau de Javelle-Material, also von den Epidermiszellen verdeckt, zeigt.

Dass in dem ausgeschiedenen Wasser, bei *Juanulloa*, wie bei den vorigen Wasserkelchspecies, Spuren organischer Stoffe enthalten sein müssen, mag wohl aus dem Umstand geschlossen werden, dass in einigen der von mir untersuchten *Juanulloa*-Knospen auf der Kelchtubusinnenwand, kriechend, nicht in das Gewebe eindringend, reich verzweigte Mycelien eines Fadenpilzes gefunden wurden.

Merkwürdig ist, dass auf der Innenwand der Kelchröhre von *Juanulloa* stets, wenn auch nur eine sehr geringe Zahl (z. B. 5—6 Stück pro Quadratmillimeter) Spaltöffnungen vorkommen. Und obwohl diese Athmungsorgane wahrscheinlich im Wasserbade geschlossen bleiben und nicht functioniren, enthalten die Schliesszellen derselben reichlich Stärke. In dem Alcoholmaterial zeigten sich einige dieser Spältöffnungen geöffnet. Dieses Oeffnen mag aber hier wohl die Folge sein der Wasserentziehung durch den Alcohol. Und das Vorkommen dieser Athmungsorgane zeigt auch wohl, dass die anatomischen Umänderungen des Kelches bei dieser Species noch nicht so weit vorgeschritten sind, wie bei einigen anderen „Wasserkelchen".

Indessen müssen die leistenförmigen Aussackungen der

Kelchröhre als eine vortheilhafte Einrichtung für die Athmung betrachtet werden, weil ja hier mit sehr geringem Materialaufwand, eine sehr bedeutende Vergrösserung der mit der Luft in Berührung kommenden Aussenwand gegeben ist. Die ganze Aussenwand führt eine grosse Zahl Spaltöffnungen.

Dr. Boorsma hatte die Güte auch vom Kelchwasser dieser Species eine chemische Analyse zu machen. Ich lasse die mir zur Verfügung gestellte Notiz folgen:

„Knospenlänge 40—50 millimeter. Aus 6 Stück wurde 478 Milligramm klare Flüssigkeit erhalten. Feste Stoffe ungefähr 3% Asche sehr unbedeutend. Uebrigens Alles wie in der Analyse von *Nicandra*" (sie unten).

---

§ 10. Nicandra physaloides Gaertn.

Herr J. Smith, Assistent-Hortulanus am Botanischen Garten in Buitenzorg hatte die Güte mich 1896 auf das Vorkommen von „Wasser in den Blüthenknospen" bei dieser krautartigen zu den *Solanaceae* gehörenden Pflanze aufmerksam zu machen. Nach Von Wettstein [1]) ist *Nicandra* in Peru einheimisch, in Nordamerika, Europa und Südasien vielfach als Zierpflanze gebaut und leicht verwildernd; besteht der Kelch aus 5 verkehrt herzförmigen Lappen, die bei der Fruchtreife bedeutend vergrössert, häutig, netzig geadert sind und die Beere ganz einhüllen; ist die Beere nahezu saftlos; erinnert die Frucht sehr an *Physalis*; ist der Fruchtknoten 3—5 fächerig, während sie bei *Physalis* 2-fächerig ist. Genannter Autor giebt in Figur 5 in dem unten citirten Buche ein gutes Habitusbild. Miquel [2]) sagt über das Vorkommen im Malayischen Archipel blos Folgendes: „intra florae nostrae limites probabiliter reperietur; in Horto Bog. colitur." Von mir ist die Pflanze blos im Botanischen Garten zu Buitenzorg, wo die Species 1896 cultivirt wurde, untersucht worden. Nach Herrn J. Smith soll

---

1) Engler Prantl, Natürl. Pflanz. Theil IV, Abth. 3*b*. p. 11.
2) Flora Indiae Batavae II, p. 661.

sie in der Nähe verwildert sein. Bekanntlich wird sie mit gutem Erfolg in europäischen botanischen Gärten cultivirt.

Ueber das Vorkommen von Wasser in den Blüthenknospen und über den detaillirten Bau des Kelches fand ich in der Literatur nichts.

Folgende Notizen beruhen, wo nicht speciell hervorgehoben wird, dass es lebendes Material gewesen, auf meinen Untersuchungen von Alcoholmaterial.

Der Bau des Kelches erinnert an den der bekannten *Physalis*. Wie dort ist er bleibend, vergrössert sich nach der Befruchtung und bildet um die reifende Frucht eine dünnhäutige Hülle. Ob bei Nicandra die Kelchröhre auch während des Reifens der Frucht mit Wasser gefüllt ist, habe ich bei Pflanzen am Buitenzorger Garten noch nicht untersucht. Bei Pflanzen, welche im Universitäts Gewächshause in Bonn gezogen waren, fand ich aber kein Wasser in den Fruchtkelchen, dagegen wohl in Blütenknospen und Blüthen. Die Blüthenknospen sind prall mit Wasser gefüllt. In diesem Wasser entwickeln sich die lange Zeit im Wachsthum zurückbleibenden Geschlechtsorgane mit der Corolla. Diese Blüthentheile bemerkt man in 3 mm. langen, also in jungen Knospen, auf dem Grunde des von dem Kelch gebildeten, mit Wasser gefüllten, Hohlraumes. Der Kelch ist in einer solchen Knospe äusserst dünn (nur 50- 70 μ dick). Im Durchschnitt ist er nur ungefähr 7 Zellschichten dick. Weitere Beobachtungen an dieser 3 mm. langen Knospe ergeben Folgendes.

Der Kelch ist an der Aussenseite, weder von lufterfüllten Haaren, noch von Schuppen geschützt, und auch die Cuticula der überhaupt bloss 2—2½ μ dicken, Aussenmembran der Epidermis ist nur zart. Es finden sich jedoch auf der Aussenseite eine ziemlich grosse Zahl, mit der Loupe kaum sichtbarer, ungefähr 50 μ langer, keulenförmiger Trichome. Diese Trichome, sind in ihren oberen Zellen sehr plasmareich. Die Innenwand des Kelches ist auch mit derartigen Trichomen versehen. Sie unterscheiden sich von den Aussenwandtrichomen durch die etwas grössere Zahl, in welcher sie auftreten, durch ihren womöglich

noch grösseren Plasmareichthum in den oberen Zellen, durch noch zartere Aussenwand und durch etwas ansehnlichere Grösse. Wie bei den Aussenwandtrichomen sind diese Innenwandtrichome von einer Cuticularreaction aufweisenden, conc. Schwefelsäure widerstehenden, zarten Membran umgeben, welche eine homogene Structur aufweist. Weil Spaltöffnungen an der Kelchinnenwand fehlen, weil diese plasmareichen Haare mit grossen Zellkernen ganz wie secernirende Organe aussehen, und weil sie schon an sehr jungen, mit Wasser gefüllten Kelchen ausserordentlich zahlreich und ganz entwickelt sind, scheint es mir dass das Kelchwasser von diesen Keulenhaaren ausgeschieden worden ist. In Fig. 153 ist ein derartiges Keulenhaar, resp. keulenförmige Hydathode, in lebendem, secernirendem Zustande abgebildet. In abs. Alcohol schrumpfen diese, im Leben in Folge des grossen Turgors stark aufgeblähten, Trichomhydathoden so sehr ein, dass man ihre Form kaum mehr erkennen kann. Nur bei den Trichomen an der Kelchaussenwand findet dieses starke Einschrumpfen nicht statt. Am stärksten eingeschrumpft ist bei den Innenwandhydathoden die lange plasmaarme Stielzelle. Diese Stielzelle zeigt nicht, wie bei allen untersuchten Köpfchenhydathoden, eine ringförmige verdickte Wand, sondern die ganze Stielzellenwand ist, wie dieses bei den Keulentrichomhydathoden der ebenfalls zu den *Solanaceae* gehörenden *Iochroma* (nach der Abbildung von Lagerheim) und *Juanulloa* (siehe oben) der Fall ist, von einer ebenso zarten Membran umgeben. Ueberhaupt zeigen diese drei *Solanaceen*-hydathoden denselben Bautypus. Bei *Nicandra* sind diese Hydathoden in der Regel aus einer langen ungetheilten oder durch eine Querwand getheilten, plasmaarmen, nach unten dünn endigenden Stielzelle und 4—6 ausserordentlich plasmareichen, oberen Zellen mit grossen Zellkernen gebildet.

Obwohl die Zahl dieser Trichomhydathoden gross ist, und obgleich sie es wahrscheinlich nur allein sind, welche das Kelchwasser ausgeschieden haben, so ist nicht ganz ausgeschlossen, dass auch (wenigstens im späteren Alter der Kelches) die Epidermiszellen der Innenwand ebenfalls Wasser secerniren.

Diese Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, obgleich das Resultät der Lebendfärbung mit Methylviolett nur auf die Ausscheidung durch die Trichome hinweist. Unmöglich ist diese Betheiligung an der Secretion im späteren Alter deshalb nicht, weil in den Epidermiszellen alter Knospen sehr häufig in jeder Zelle je eine verdünnte Stelle in der allerdings hier 5—4 μ dicken (also doppelt so dick wie die äussere Membran der Aussenwandepidermis) Membran beobachtet werden kann (Figur 150 und 151). Sehr eigenthümlich ist hierbei allerdings noch die Thatsache, dass in solchen älteren Blüthenknospen die ganze Membran der Kelch-Innenwandepidermis dicht bedeckt ist mit runden Körnchen, welche wachsähnlich aussehen, und sich in Chloroform lösen. Welche Rolle diese wachsähnliche Schicht, die auch auf der Aussenwand des Kelches vorkommt, spielen mag, ist mir nicht einleuchtend. Ob hier das Wachs eine ähnliche Bedeutung hat, wie der Schleim der anderen Wasserkelche und der submersen Wasserpflanzen, ist näher zu untersuchen. Hierfür spricht jedenfalls die Thatsache des häufigen Vorkommens solcher Wachsüberzüge bei *Scitamineen*, welche bekanntlich zum grössten Theil in der luftfeuchtesten und regenreichsten Zeit niederschlagsreicher Tropengegenden ihre Blätter und Blüthen entwickeln.

In dem mit Wasser gefüllten Kelchraume fand ich (bei der lebenden Pflanze) eine Anzahl Bacterien, aber keine Fadenpilze.

Der Verschluss der Kelchspitze zeigte sich an einer 3 mm. langen Knospe sehr einfach. Cuticularnaht und Languettes fehlen und nur hier und dort lässt sich an den sich berührenden, dreieckigen 5 Kelchzipfelrändern Zellennahtverschluss beobachten. Diese sich berührenden Zipfelränder sind nicht, wie bei *Juanulloa*, mit secernirenden Papillen bedeckt, sondern mit einer gewöhnlichen Epidermis mit dicker Aussenwand versehen.

Während obige Notizen nur auf Material vom botanischen Garten in Buitenzorg herrühren, beruhen die nachstehenden anatomischen Notizen auf lebenden Pflanzen, welche im Gewächshause der Universität Bonn cultivirt worden sind.

Bei Lebendfärbung mit Methylviolett zeigten sich ohne Aus-

nahme fast alle Trichomhydathoden, dunkel gefärbt, während keine einzige Epidermiszelle Farbstoff aufgenommen hatte. Sowohl die Trichom-Hydathoden der Innen- und Aussenkelchwand wie der Corolla waren gefärbt.

Bei einer jungen 10 mm. langen Blüthenknospe besitzt der Kelch an der Aussenseite ungefähr 240 Spaltöffnungen pro Quadratmillimeter, während Spaltöffnungen, sowohl auf der ganzen Innenwand des Kelches, wie auf Innen- und Aussenseite der Corolla, gänzlich fehlen. Die Corolla bildet in einer derartigen 10 mm. langen Knospe einen geschlossenen Hohlcylinder, welcher die bereits grossen Antheren und das noch kleine Ovarium einschliesst. Die Epidermiszellen des Kelches haben stark gewellte Seitenwände, welche überall, wo keine Spaltöffnungen vorhanden sind, lückenlos an einander schliessen. Das Parenchym des Kelches besitzt eine sehr grosse Zahl grosser sternartiger Intercellularräume. Auf der Aussenseite der Corolla kommen ausser den genannten keulenförmigen Trichomhydathoden, zahlreichere relativ kurze, konische oder pfriemenförmige, wenigzellige Haare vor. Derartige Haare fehlen aber auf der Innenseite der Corolla und auf dem Kelch gänzlich.

Die folgende chemische Analyse des Kelchwassers verdanke ich wieder Herrn Dr. Boorsma.

„Länge der Blüthenknospe 10—12 mm. Es gelang aus 13 Stück Blüthenknospen 500 milligramm kaum opalisirende Flüssigkeit zu erhalten. Diese Flüssigkeit besitzt schwach alcalische Reaction und entwickelt, wenn schwach erwärmt, in geringer Quantität Amoniak. Nach Verdunstung bleiben ungefähr 4% feste Stoffe[1]) zurück. Diese Stoffe werden, nach Erhitzung braun. Ungefähr $\frac{1}{6}$ Theile dieser Stoffe besteht aus Asche (Ganz genau sind diese Zahlen selbstverständlich nicht, weil die untersuchte Wassermenge nur so klein ist). Eiweisstoffe,

1) Es wird von Boorsma nicht mitgetheilt, ob das untersuchte Wasser filtrirt worden ist. Aus dem sehr hohen Gehalt lässt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit ableiten, dass es nicht filtrirt worden ist. In nicht filtrirtem, einfach ausgepresstem Blüthenknospenwasser fand ich stets eine grosse Zahl losgerissene Trichome. Daher vielleicht der hohe Gehalt fester Stoffe.

Zucker und Gerbstoffe fehlen. Nitrate konnten nicht nachgewiesen werden, ebenso wenig wie Sulfat, dagegen wohl Chloride." (Boorsma).

---

§ 11. Ilysanthes.

Das Vorkommen von Wasser im Inneren der Blüthenknospen bei der hier behandelten Pflanze wurde von Prof. Haberlandt entdeckt. Haberlandt hatte die Güte mir das von ihm gesammelte Material zur Untersuchung abzutreten und mir Folgendes mitzutheilen: „Ich fand diese mir unbekannte Staude 1891 im Urwalde der feuchten Bergschlucht Tjiapus bei Buitenzorg auf Java. Aus Mangel an Zeit wurde sie von mir nicht näher untersucht. Nur kann ich berichten, dass im Inneren des Kelches zahlreiche Köpfchenhydathoden vorkommen".

Indem ich Herrn Prof. Haberlandt an dieser Stelle meinen Dank abstatte für das mir zur Verfügung gestellte Material lasse ich hier das Resultat meiner Bearbeitung folgen.

Die betreffende Staude gehört zu den *Scrophulariaceae* und zwar zu dem Tribus 8 *Anthirhinoideae-Gratioleae* von Wettstein in Engler und Prantl Natürl. Pflanzenf. IV 3 b p. 69 und zwar wahrscheinlich zu *Ilysanthes* (Rafinesque) Wettstein, non Miquel sectio *Bonnaya* (Urb.) Wettstein in Engl. u. Prantl. l. c. Weil das betreffende Material weder reife Früchte noch Blätter enthielt und nur aus 2 Blüthen, einigen Blüthenknospen und einem kleinen Fragmente eines Laubblattes bestand, war es mir nicht möglich in Bonn die Species festzustellen. Wenn an anderem Orte Vergleichsmaterial zur Verfügung steht, wird dieses wahrscheinlich möglich sein. Vorläufig sei die Pflanze als *Ilysanthes spec.* bezeichnet.

Die Corolla bleibt in der Blüthenknospe im Wachsthum bei dem Kelche sehr zurück. Und bei einer etwa 8—10 mm. langen Knospe hat der Kelch eine fast 3—4 mal grössere Länge als die Blüthenkrone. Indem bei einer solchen eiförmigen, nach unten zugespitzten Knospe der Kelch einen nur oben, wenig

geöffneten Hohlcylinder bildet, befindet sich die Corolla am Grunde desselben und zwar als geschlossenes kugeliges Gebilde, Diese kugelige Corolla umhüllt in diesem Alter die fast ganz ausgebildeten Antheren und das noch wenig ausgebildete Ovarium. Die Corolla ist unbehaart. Die Epidermis der Innen- und Aussenseite derselben fällt dadurch auf, dass die Zellkerne fast alle genau in der Mitte der Epidermiszellen liegen.

Da sehr junge Knospen mir nicht zur Verfügung standen, habe ich leider den Kelchverschluss nicht feststellen können. Der Corollaverschluss findet einfach durch Uebereinanderlegen der Kronzipfel statt.

Die 5 Kelchzipfel liegen mit den Rändern ziemlich fest an einander. Sie sind alle einwärts gebogen und lassen oben, wo sie callusartig verdickt sind, nur eine kleine Oeffnung übrig. Diese Oeffnung ist aber so klein, dass man die Blüthenknospen umkehren und schütteln kann, ohne dass das Wasser des Kelch-Hohlraumes herausfliesst. Der Kelch ist dünnhäutig; mit der Luppe gesehen aussen kahl und innen dicht drüsig behaart. Bei starker Vergrösserung zeigen sich auf der Aussenseite des Kelches einzelne kurze, pfriemenförmige, wenigzellige, plasmaarme Haare und zahlreiche Spaltöffnungen, aber keine Köpfchenhaare. Auf der Innenseite des Kelches zeigt sich jedoch eine sehr grosse Anzahl grosser Köpfchenhaare, aber keine einzige Spaltöffnung. Die Zahl der Köpfchenhaare beträgt etwa 60 pro Quadratmillimeter. Der Bau und die Form derselben erinnern ganz an die Köpfchenhydathoden von *Clerodendron Minahassae*. Wie dort finden wir auch hier eine einzellige Stielzelle mit dicker, cuticularisirter Aussenwand und zahlreichen, hier etwa 20, Köpfchenzellen, welche von einer schweinsblasenähnlichen, zarten Cuticula umgeben sind. Eine ausführliche Beschreibung dieser zweifellos als Hydathoden functionirenden Köpfchentrichome scheint mir desshalb überflüssig. Es sei nur erwähnt, dass die Köpfchenzellen ausserordentlich plasmareich sind und grosse Zellkerne besitzen, während in jeder der Köpfchenzellen und auch in den meisten Parenchymzellen sich je eine morgensternartige, grosse Krystalldrüse von Calciumoxalat befindet.

Auf dem Laubblatt fehlen diese Köpfchentrichome. Es kommen dort an der Oberseite lange, plasmaarme, vielzellige, pfriemenförmige Haare vor, während die Blattunterseite kahl ist.

Eine chemische Analyse des Kelchwassers liegt von dieser Species noch nicht vor.

---

§ 12. Clerodendron-arten, zum Theil ohne „Wasserkelche."

In Vergleich mit dem histologischen Bau des Kelches und der Corolla vom *Clerod. Minahassae* ist es zweifelsohne wichtig, einiges mit zutheilen über 2 von mir untersuchte *Cler.*-arten, deren Blüthenknospen-Kelch nicht einem mit Wasser erfüllten Sack oder Becher ähnlich sieht.

1. *Clerodendron disparifolium* Bl.

Der Strauch findet sich unter diesem Namen im botanischen Garten in Buitenzorg. Bereits in äusserst jungen Knospen berühren sich die Zipfel des tief eingeschittenen Kelches kaum. Auch hier wächst aber die Corolla nachträglich, nachdem der Kelch fast fertig ist. Die Blumenblätter sind zu einer langen Röhre verwachsen, welcher oben ein kugeliges Gebilde, aufsitzt, das aus den sich eng deckenden Corollenzipfeln besteht und innen hohl ist. Erst bei der ganz ausgebildeten Blüthe geht dieser Zipfelschluss verloren, weil sich die zipfel sich zurück biegen. Vor dem Oeffnen entwickln sich die Geschlechtstheile in dem von der Corolla gebildeten, ganz geschlossenen, bis 25 mm. langen Hohlraum. Die Untersuchung der Krone zeigt nun, dass 1) die Innenwand dieses Hohlraumes, also die Innenwand der Kronenröhre, dicht bekleidet ist mit zartwändigen, plasmareichen, papillenartigen, einzelligen Trichomen, welche den secernirenden Papillen verschiedener Septalnectarien (wie sie z. B. Schniewind-Thies l. c. abgebildet hat) sehr ähnlich sind; 2) die Innenwand keine Spaltöffnungen besitzt 3) die Aussenwand auch keine Spaltöffnungen aufweist, wohl aber zahlreiche pfriemenförmige, plasmaarme,

bis zu 15-zellige, hinfällige Trichome (wovon die meisten an eben geöffneten Blüthe, an der Basis, bereits abgebrochen sind).

Sowohl auf der Aussen- wie auf der Innenseite der Corolla fehlen Köpfchentrichome von dem Hydathodentypus von *Cler. Minahassae*. Von diesem Trichomtypus besitzt aber der Kelch auf der Innenseite eine geringe Anzahl kleiner und auf der Aussenseite einzelner, sehr grosser Köpfchenhaare. Ausserdem ist der Kelch aussen und innen dicht bedeckt mit 2—3-zelligen, plasmaarmen, pfriemenförmigen Trichomen. Auf der Kelchinnenwand befinden sich zahlreiche Spaltöffnungen und auf der Aussenseite eine noch grössere Anzahl. Die Epidermiszellen schliessen nicht mit ganz geraden Wänden aneinander, sondern die letzteren sind schwach gebogen.

Die Kronenröhre zeigt auf dem Querschnitt einige Intercellularen von dem Typus der *Cler. Minah.*, aber dieselben sind relativ weniger gross.

Ob vielleicht die Corolla eine ähnliche Rolle der Wasserausscheidung und des Schutzes für die heranwachsenden Geschlechtsorgane bildet, wie bei *Kigelia*, wäre am lebenden Materiale näher zu untersuchen.

2. *Clerodendron Thomsonae* Balfour.

Während die Corolla dieser Species den vorigen Typus aufweist, ist der Kelch viel grösser. Die Kelchzipfel schliessen aber auch hier nicht fest aneinander und es entwickelt sich die Corolla sammt den Geschlechtstheilen nicht in einem vom Kelch gebildeten wasserführenden Behälter.

Der sehr dünne Kelch hat aussen einige wenige Spaltöffnungen, aber innen keine einzige. Derselbe ist nur spärlich behaart und zwar mit kurzen, pfriemenförmigen, einzelligen Trichomen, welche hauptsächlich den Gefässbündeln entlang angeordnet sind. Zwischen diesen Trichomen sind einige wenige Köpfchenhaare von dem Hydathodentypus von *Clerod. Minah.* eingesprengt. Die Epidermiszellen der Innen- und Aussenwand schliessen mit sehr starkwelligen Wänden aneinander. Das Parenchym des Kelches besitzt sehr grosse, regelmässig vertheilte,

lufterfüllte Intercellularen. Hier haben wir ohne Zweifel einen Fall vor uns, in welchem die Intercellularen dem Zurückwerfen des Lichtes und somit der Bildung der prachtvollen, weissen Farbe dienen, durch welche diese *Clerodendron*-Art sich so beliebt als Zierpflanze macht.

Die Corollenröhre zeigt auf dem Querschnitt einige unregelmässig vertheilte, lufterfüllte Intercellularen von dem Typus der *Cler. Minah.* aber dieselben sind weniger üppig ausgebildet.

Die Corolla ist auch spärlich behaart. An der Innenseite befinden sich zahlreiche, lange, einzellige, pfriemenförmige, plasmaarme Trichome; an der Aussenseite eine geringere Anzahl derselben, ausserdem aber einzelne kleine Köpfchenhaare mit mehrzelligem, sehr langem, plasmaarmem Stiele und kugeligem, plasmareichem Köpfchen. Auf dem Querschnitt zeigt die Krone einige unregelmässig vertheilte, lufterfüllte Intercellularen von dem *Cler. Minah.*typus, aber weniger üppig entwickelt.

3. *Clerodendron splendens* Don.

Bei dieser Species bildet die Kelchröhre in der Jugend mit den fest an einander liegenden Zipfeln eine geschlossene Knospe, welche, bis sie eine Grösse von $2\frac{1}{2}$ mm. erreicht hat, ganz derjenigen von *Cler Minah.* ähnlich sieht. Leider habe ich versäumt am lebenden Individuum nach zu sehen, ob dieser geschlossene Kelch auch hier in der Jugend Wasser enthält. Merkwürdigerweise bietet auch die Untersuchung der Trichome nähere Anknüpfungspunkte in dieser Richtung. Der Kelch ist hier nicht, wie bei den beiden anderen „trocknen" *Clerodendron*-Kelchen, hauptsächlich mit pfriemenförmigen Trichomen versehen, sondern es fehlen diese hier gänzlich, und es kommen dagegen ähnlich wie bei *Cler. Minah.* eine sehr grosse Anzahl kurz, gestielter, plasmareicher Köpfchenhaare, sowohl auf der Aussen- wie auf der Innenseite des Kelches vor. Aussen zeigt der Kelch zahlreiche Spaltöffnungen, innen besitzt er aber keine einzige.

Die Corolla ist von dem Typus der beiden vorigen Species.

Die Intercellularen sind auch weniger üppig entwickelt als bei *Cler. Minahassae.*

Zusammenfassend zeigt es sich, dass die kurzgestielten, bei *Cler. Minahassae* als Hydathoden fungirenden Köpfchenhaare auf dem nicht „wasserhaltigen" Kelche von *Cler. Thomsonae* nur sehr vereinzelt vorkommen, bei dem ebenfalls wasserlosen Kelche von *Cler. disparifolium* ganz fehlen und von den 3 untersuchten Arten nur bei *Cler. splendens* sehr zahlreich vorkommen, während gerade der Kelchbau bei dieser letzten Species auf Analogie mit *Cler. Minahassae* hindeutet.

Spaltöffnungen fehlen der Innenseite des Kelches, sowohl von *Cler. Minahassae* wie von *Cl. Thomsonae* und *Cler. splendens*, während sie nur bei *C. disparifolium* vorkommen. Unregelmässig in der Blüthenkronenröhre vertheilte, lufterfüllte Intercellularen kommen bei allen 4 untersuchten Species vor; sie sind aber am Grössten bei *Cler. Minahassae*, welche sich ja im Wasser entwickelt.

Schleim in deutlich wahrnehmbarer Schicht fand ich nur auf der Epidermis von *Clerod. Minahassae.* Allerdings ist auch hier die Schleimschicht nur sehr dünn.

Sowohl die Grösse der Gefässe, wie die Zahl derselben, war bei der im Wasser wachsenden Krone von *Cler. Minah.* gegen meine Erwartung nicht geringer als bei den 3 anderen untersuchten Species. Dieses könnte vielleicht damit zusammenhängen, dass die Corolla dort ziemlich viel Schleim ausscheidet und in Folge dessen trotz ihrer submersen Lebenweise ziemlich grosse Zufuhr von Wasser braucht.

II. ZUSAMMENFASSUNG DER RESULTATE UND ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN.

§ 1. Uebersicht der bis jetzt bekannten Wasserkelche.

In der nachstehenden Uebersicht sind die Namen der Autoren, welche die Wasserkelche zuerst beobachtet haben, oder dieselben untersucht haben mit der Literatur angeführt.

Bignoniaceae.

1. *Spathodea campanulata* Beauv. — Treub in Handelingen van het eerste Nederlandsche Natuur- en Geneeskundig Congres gehouden te Amsterdam. Haarlem, Bohn 1888, p. 130; Maandblad voor Natuurwetenschappen 1888; Ann. Jard. bot. Buitenzorg 1889; Vol. VIII, p. 38—46; Kraus in Flora oder Allg. bot. Zeit. Bd. 81 (Ergänzungsbund), p. 435—437; Haberlandt in Sitz. ber. Kais. Acad. Wien. Bd. 103, Abth. 1; Bd. 104, Abth. 1; id. in Phys. Anatomie 1896, p. 425; id. Tropenreise p. 128—129; Koorders Annales Jard. bot. Buitenzorg 1897, Vol. XIV, 2. p. 424.

2. *Parmentiera cerifera* Seem. — Kraus in Flora od. Allg. botan. Zeit. Bd. 81, Ergänzungsband, p. 435—437; Koord. l. c.

3. *Crescentia Cujete* Linn. — Koord. l. c.

4. *Kigelia pinnata* DC. — Koord. l. c.

5. *Heterophragma adenophyllum* Seem. — [? *Dolichandrone adenophylla* Raciborski in Flora od. Allg. botan. Zeit. 1895, Ergänzungsband p. 152]; Koord. l. c.

6. *Stereospermum hypostictum* Miq. — Koord. l. c.

Solanaceae.

7. *Jochroma macrocalyx* Benth. — Lagerheim in Berichte deutsch. bot. Gesellsch. Bd. 9, Jahrg. 1891, Heft 10.

8. *Juanulloa parasitica* Ruiz. et Pav. — Koord. l. c.

9. *Nicandra physaloides* Gärtn. — (J. Smith) Koord. l. c.

Verbenaceae.

10. *Clerodendron Minahassae* Teysm. et Binn. — Koorders l. c.
11. *Clerodendron splendens* Don. — Koorders l. c.

Scrophulariaceae.

12. *Ilysanthes* (*Bonnaya*) *spec.* — Haberlandt mss.; Koord. l. c.

Zingiberaceae.

13. *Alpinia spec.* — Koord. l. c.

Im Ganzen sind hier also 13 zu 5 Familien gehörenden Species angeführt, deren Blüthenknospen zum Theil oder ganz mit Wasser gefüllt sind.

Auf Grund von untersuchtem Herbarmaterial besitzen nach Raciborski wahrscheinlich die 3 *Bignoniaceae: Markhamia lutea* Seem., *Dolichandrone tomentosa* Seem. und *Heterophragma spec.* (aus dem Herb. Ind. or. Hook & Thoms. Coll. Stock) somit vielleicht auch die *Melastomaceae: Bellucia* et *Myriaspora spec. div.* und *Kibessia echinata* Cogn. Wasserkelche.

Was die *Bignoniaceae* anlangt kommt es mir sehr wahrscheinlich vor, dass bei zahlreichen Species der folgenden Genera: *Amphitecna* Miers., *Zaa* Baill., *Paracolea* Baill., *Phylloctenium* Baill., *Enallagma* Baill., *Colea* Boj., *Rhodocolea* Baill., *Siphocolea* Baill., *Phyllarthron* Dc und *Schlegelia*, sowie der zahlreichen Genera von Karl Schumann's Tribus der *Tecomeae* und *Bignonieae* ebenfalls Wasserkelche vorkommen.

Und ich zweifle nicht, dass man auch bei den nahen Verwandten der obengenannten *Verbenaceae*, *Solanaceae*, *Scrophulariaceae* und *Zingiberaceae* und noch bei zahlreichen tropischen Species aus anderen Familien Wasserkelche auffinden wird.

Ich verstehe hier unter „Wasserkelche" solche Blüthenknospen, welche kürzere oder längere Zeit flüssiges, entweder vom Kelch oder von der Corolla ausgeschiedenes, Wasser enthalten. Vielleicht wäre als allgemeiner Name „Wasserknospen" zu empfehlen, weil ja die Corolla bei einigen Species die wassersecernirende und die schützende Rolle des Kelches übernimmt.

Es sei hier hervorgehoben, dass alle bis jetzt bekannten Wasserkelche tropischen Pflanzen angehören.

Wenn ich die Fälle, wo Bracteen durch Wasserausscheidung oder durch Aufbewahrung des Regenwassers oder des Thaues die Geschlechtstheile der Blüthenknospen oder der Blüthen gegen Austrocknung schützen, innerhalb meines Untersuchungskreises hineingezogen hätte, wie anfangs meine Absicht war, dann hätte die Zahl der zu erforschenden Species wenigstens einige Hunderte, vorzugsweise tropische erreicht. Diesen Schluss habe ich ziehen müssen auf Grund der von mir im Botanischen Garten in Buitenzorg angestellten Beobachtungen und besonders auch auf Grund mündlicher, noch nicht publicirter Mittheilungen von Prof. Schimper und Dr. Burck.

---

§ 2. Kelch- und Corolla-verschluss.

Der Verschluss der Kelchspitze bei den Wasserknospen ist in sehr vielen Fällen ein durch verschiedene zweckmässige Einrichtungen ausserordentlich fester, während eine vollkommne Verwachsung der meist sehr kurzen Kelchzipfel in keinem der untersuchten Fälle stattfand. In allen Fällen war jedoch eine freie Communication der Knospenhöhle mit der Aussenluft erhalten geblieben, allerdings bei gewissen Species auf ein Minimum reducirt.

Allgemein ist Cuticularnahtverschluss der Kelchzipfel. Wir finden diesen Verschluss zum Beispiel bei *Clerodendron Minahassae*, *Nicandra physaloides*, *Parmentiera cerifera*, *Crescentia Cujete* und *Spathodea campanulata*, während Zellennahtverschluss bei Knospen von *Juanulloa parasitica* schön ausgebildet ist. Der Kelchverschluss bei *Kigelia pinnata* und *Stereospermum hypostictum* ist nur sehr wenig differenzirt im Vergleich zu den vorher genannten Beispielen. Es findet der Verschluss hier nämlich nur durch Aneinander- oder theilweise Übereinanderlegen der Zipfel statt.

„Languettes" (siehe oben) sind am schönsten ausgebildet bei *Spathodea campanulata*, wo sie combinirt mit festem Zahnnahtverschluss einen prachtvollen Mechanismus herstellen um dem

Ausfliessen von Wasser aus der Kelchhöhle vorzubeugen. Schöne Languettes besitzt auch *Crescentia Cujete* und auch hier sind sie mit Cuticularnaht zum festem Kelchverschluss verbunden.

Die reichlichen Schleimmassen mögen bei *Kigelia pinnata* und bei *Clerodendron Minahassae* zum Dichtkitten der Kelchhöhle-Oeffnungen beitragen. Und vielleicht könnte es sein, dass bei *Stereospermum hypostictum* und *Crescentia Cujete* die Fadenpilzgeflechte, welche hier stets die nach Aussen führenden Kanäle der Kelchhöhle ausfüllen, hinsichtlich des Knospenhöhlenverschlusses auch einige Bedeutung hätten.

Der Corollaverschluss bot im Allgemeinen in den untersuchten Knospen keine besondere Anpassungen dar. Jedoch darf bei *Kigelia pinnata* und bei *Stereospermum hypostictum* das fächerförmig Zusammenfalten der Corollenzipfel wohl als eine zweckmässigere Verschlusseinrichtung betrachtet werden als das einfache Aneinander- oder theilsweise Übereinanderlegen der Zipfel, besonders bei diesen beiden Pflanzen, weil der Kelchverschluss hier auf relativ niederer Stufe steht.

---

§ 3. Dauer und Grösse der Wassersecretion.

Bei der Mehrzahl der Wasserknospen macht sich die Wassersecretion zuerst zur Zeit des Auftretens der Bildungswülste von Corolla und Geschlechtsorgane geltend, und sie erreicht ihren Höhenpunkt kurz bevor die Geschlechtsorgane fertig ausgebildet sind, wenigstens kurz bevor die Pollenkörner fertig sind, und die Samenknospen eine beträchtliche Grösse erreicht haben. Bei den genannten Species findet diese Ausbildung, wie es scheint, in der geschlossenen Knospe, ihren Abschluss. Bei diesen Species ist die Wassersecretion bei geöffneten Blüthen auf ein Minimum reducirt oder sie hat ganz aufgehört. Solches ist z. B. der Fall bei *Parmentiera cerifera* und *Crescentia Cujete*.

Die Wassersecretion dauert auch bei *Jochroma macrocalyx*, nach der Knospenöffnung (nach Lagerheim) noch kräftig fort, sodass bei geöffneten Blüthen der Kelch stets prall mit Wasser gefüllt ist. Nach meinen Untersuchungen dauert die Secretion

bei *Clerodendron Minahassae* und *Juanulloa parasitica* sogar während des Fruchtreifens noch fort. Bei diesen letztgenannten Pflanzen entwickln sich also nicht allein die Geschlechtsorgane fortwährend im Wasser, sondern es reift auch die Frucht in einem wasserführenden Behälter.

Zum Vergleich mit dem hier Mitgetheilten ist folgende, bereits im Jahre 1894 gemachte, aber noch nicht publicirte und mir wohlwollend mitgetheilte Beobachtung von Dr. Burck sehr interessant. Burck fand, dass bei einer bei Buitenzorg häufig wild wachsenden *Aneilema*-Art die Blüthenknospen sich in einem Wasserbade entwickeln, sich während der Blüthe kurze Zeit oberhalb des Wasserspiegels hervorheben um dann sofort nach der Befruchtung sich wieder unter den Wasserspiegel hinab zu senken, wodurch also die Fruchtentwicklung, ebenso wie die Ausbildung der Geschlechtsorgane, sich innerhalb des Wassers vollziehen. Die Bewegungen der Blüthe werden durch Biegung des Blüthenstengels ausgeführt. Das Wasserbad wird hier nicht durch den Kelch hergestellt, sondern durch die Bracteen, welche hier sehr gross bleiben und zu einem kahnähnliches Gebilde verwachsen sind.

---

§ 4. Lebendfärbungsversuche der hydathoden.

Nach dem Vorbild von Pfeffer und von Haberlandt wurde Lebendfärbung angewandt, um die grössere oder geringere Permeabilität der Membranen für Wasser zu untersuchen. Es wurde eine äusserst verdünnte Methylviolettlösung gebraucht und die zu dem Experiment benutzten Wasserkelche wurden vor dem Experimente ihres Wassers durch Anschneiden und Ausschütten entleert und dann etwa eine Viertel- bis eine Halbestunde an einem mässig warmen Orte gelegt, damit das Kelchgewebe Wasser verlieren sollte und infolge dessen die Aufsaugung der Farbstofflösung schneller stattfände. In keinem der Versuche zeigten sich, selbst nicht nach Stunden langem Liegen in der Anilinfarbstoflösung, die Epidermiszellen auch nur im Geringsten im Inneren gefärbt, während mit einer einzigen Ausnahme in allen

Versuchen der Inhalt der Trichomhydathoden mehr oder weniger dunkel gefärbt erschien. Sehr intensiv war die Färbung bei den Corolla- und Kelchhydathoden von *Heterophragma adenophyllum*, *Nicandra physoloides* und bei den Kelchhydathoden von *Spathodea campanulata* und *Clerodendron Minahassae*. Bei *Crescentia Cujete* und *Parmentiera cerifera* waren nicht alle Hydathoden von Kelch und Krone gleich dunkel und einige sogar ungefärbt. Letzteres, dieses ungefärbt Bleiben, sowie das eben erwähnte scheinbar negative Färbungsresultat bei *Kigelia*-Blüthenknospen wird aber zur Genüge erklärt durch die Schleimschicht, welche bei *Kigelia* ausserordentlich dick ist und welche in Folge des Eintroknenlassens der Knospen wohl weniger durchlässig für die Farbstofflösung geworden ist. Bei *Juanulloa*, und *Stereospermum* wurden noch keine Lebendfärbungen ausgeführt.

Es sei hier erwähnt, dass ein von mir ausgeführter Lebendfärbungsversuch mit den grossen Bracteen von *Amherstia nobilis* im Botanischen Garten in Buitenzorg, welche immer in den Morgenstunden zarte Wassertröpfchen auf der Innenseiten zeigen, das Resultat lieferte, dass der Inhalt der zahlreichen, auf der Innenseite dieser Bracteen sitzenden, langen Haare sich bald deutlich tingirte, während die Epidermiszellen ganz ungefärbt blieben.

---

§ 5. Chemische Zusammensetzung des ausgeschiedenen Wassers.

Nur von 5 Species mit Wasserkelchen ist das in der Blüthenknospenhöhle eingeschlossene Wasser genauer chemisch untersucht; und zwar von *Spathodea campanulata*, *Clerodendron Minahassae*, *Juanulloa parasitica*, *Nicandra physaloides* und *Parmentiera cerifera*. Ueber das Wasser der anderen Wasserkelche liegen entweder keine oder nur ganz vereinzelte Notizen vor.

Bei *Spathodea* enthielt das von Dr. Greshoff in Buitenzorg untersuchte Kelchwasser 0.65% feste Stoffe, und 0.48% waren davon Aschenbestandtheile. Letztere bestanden aus Carbonaten, Nitraten und Sulfaten von Kalium, Natrium und Calcium. Das Wasser reagirte alkalisch.

Bei genannter *Clerodendron*-Art fand Dr. Boorsma für das Wasser der Wasserkelche Folgendes (für die Details wird nach der oben vollständig mitgetheilten Analyse verwiesen). Nach Verdunstung blieben 0.7% feste Stoffe zurück, welche nur eine Spur Asche enthalten. Diese Asche besteht aus Kalium- und Calciumcarbonat. Der organische Theil des Verdampfungsrestes ist nicht eiweissartiger Natur, sondern enthält eine Spur einer reducirenden Substanz.

Das Kelchwasser von *Parmentiera* fand Kraus deutlich sauer reagirend in Knospen von 30 mm. Länge, ausgesprochen sauer in solchen von 35 mm. Länge, aber nicht sauer in solchen von 17 mm. Länge. Von mir wurde saure Reaction constatirt für *Crescentia*, *Stereospermum* und *Heterophragma*.

In letzteren 3 Pflanzen wurden, wie auf Grund der sauren Reaction des Wassers zu erwarten war, keine Bacteriencolonien, sondern Fadenpilze in der Kelchhöhle gefunden, während bei *Spathodea campanulata* und *Clerodendron Minahassae*, beide mit deutlich alkalisch reagirendem Wasser, keine Fadenpilze, sondern Bacteriencolonien angetroffen wurden.

Dr. Boorsma fand im Kelchwasser 40—50 mm. langer Knospen bei *Juanulloa parasitica* 3% feste Stoffe, wovon nur eine Spur Asche war; bei *Nicandra physaloides* im Wasser der 10—12 mm. langen Knospen sogar 4% feste Stoffe, wovon $\frac{1}{6}$ Theil Asche; und *Parmentiera cerifera* 2.7% feste Stoffe, wovon 0.75% Asche.

Das Wasser der beiden erstgenannten Knospen fand Dr. Boorsma schwach alkalisch, während bei den letztgenannten kaum eine alkalische Reaction wahrgenommen werden konnte. Letztere Beobachtung stimmt mit der oben besprochenen von Prof. Kraus überein.

Wie von Treub [1]) bereits hervorgehoben worden ist, zeigt die Zusammensetzung des Kelchwassers hinsichtlich des Procentgehaltes an festen Stoffen (Rückstand bei 100° C.) weit mehr Uebereinstimmung mit derjenigen in den Bechern von *Nepen-*

1) l. c. p. 44.

thes, *Sarracenia* und *Cephalotus* ausgeschiedenen Flüssigkeit wie mit derjenigen von gewöhnlichen Laubblättern mittelst Hydathoden ausgeschiedenen Wassers. Enthält doch erstere Flüssigkeit nach VAN TIEGHEM [1]) ungefähr 1% feste Stoffe und das letztere Wasser nach diesem Autor und nach HABERLANDT [2]) 0.007—0.12%, während diese Ziffern für *Spathodea camp.*, *Clerod. Minahassae*, *Nicandra*, *Juanulloa* und *Parmentiera* resp. 0.65%, 0,7%, 4%, 3% und 2.7% betragen.

Wie früher von mir wiederholt gesagt wurde, darf man, auf Grund des üppigen Wachsthums der Bacterien und Fadenpilze im Kelchwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit den Schluss ziehen, dass in demselben organische und vielleicht zuckerartige Bestandtheile enthalten sind. Mit anderen Worten es scheint wahrscheinlich, dass die im Inneren der Wasserkelche secernirenden Organe, welche auf Grund der wohl nur minimalen ausgeschiedenen Zuckermengen mit Recht als *Hydathoden* betrachtet werden, in gewisser Hinsicht noch Anknüpfungspunkte an *Nectarien* geben. Und es scheint mir sogar möglich, dass die im Inneren der Blüthenknospen sitzenden Hydathoden sich aus nectar-ausscheidenden Trichomen entwickelt haben, obwohl ich zugeben muss, dass sich für eine entgegengesetzte Auffassung auch etwas anführen lässt. Weil Experimente zur Lösung dieses Problems wohl schwerlich ausgeführt werden können, müssen wir uns hier leider mit der Speculation begnügen. Es sei hier aber noch auf § 9 verwiesen, wo, besonders auf Grund von anatomischen Untersuchungen, auf Uebergänge von Hydathoden in Nectarien einerseits und Schuppen andererseits geschlossen wurde.

---

§ 6. Reduction der Spaltöffnungszahl in den Wasserkelchen.

Bei einigen Wasserkelchen (ich möchte sagen bei den phylogenetisch ältesten) — fehlen die Spaltöffnungen auf der Innen-

1) l. c. (2e edition) p. 338.
2) Phys. Anatomie 2e Ausgabe p. 424.

wand des Kelches vollständig, z. B. bei *Spathodea campanulata* und *Clerodendron Minahassae*, während sie dort, wie erwartet werden darf, auf der Kelchaussenwand in normal grosser Zahl vorkommen. Bei anderen Wasserkelchen hat blos eine sehr starke Reduction der Zahl und späte Ausbildung der Luftspaltöffnungen an der mit dem Wasser in Berührung bleibenden Kelchwand, also an der Innenwand stattgefunden. Diese Reduction der Zahl betrug in keinem der von mir untersuchten Fälle weniger als $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{10}$ der Zahl der Aussenwand-spaltöffnungen.

Bei verschiedenen der untersuchten Species hatte eine ähnliche Reduction der Zahl der Spaltöffnungen oder eine vollständige Unterdrückung der Ausbildung derselben auch bei der ganzen Corolle sich geltend gemacht.

In allen diesen Fällen hat sich also eine Anpassung der vom Wasser umgebenen Blüthentheile gezeigt.

Vielleicht müssen der zuweilen fast äerenchymatische Bau des Kelch- und Kronen-parenchyms, sowie die meist mehr oder weniger reichlich stattfindende Schleimausscheidung im Inneren der Wasserhöhle auch als Anpassungen an das „Wasserleben" der Blüthentheile, speciell von Kelch und Corolle angesehen werden. Für die weiteren Details muss auf die detaillirte Beschreibung der einzelnen Wasserkelche hingewiesen werden.

Die Epidermiszellen der Kelchinnenwand und der Kronaussenwand verschiedener Wasserkelche haben ausnahmslos eine sehr zarte, meist nur 0.3 μ dicke Cuticula, während der nicht cuticularisirte Theil der Aussenmembran meist ziemlich dick ist, nämlich 3—4 μ.

---

§ 7. Schleimbildung.

Bei den in Alcohol conservirten Wasserkelchen liess sich in allen Fällen eine, wenn auch äusserst dünne und nur an einzelnen Stellen wahrnehmbare Schleimschicht auf der Oberfläche der Epidermis der Kelchinnenwand und der Corolle (bei letz-

terer zuweilen, sowohl auf der Aussen- wie auf der Innenwand, beobachten. In den meisten Fällen war die Schicht weniger als 1 μ dick. Bei *Kigelia pinnata* ist jedoch die Dicke der Schleimschicht sehr gross, denn sie hüllt hier alle Kelchinnenwandhydathoden nicht allein ganz ein, sondern wird sogar so dick wie der dritte Theil der Kelchwanddicke.

Nicht immer konnte sicher fest gestellt werden, wo dieser Schleim gebildet wird. In einigen Fällen (z. B. *Parmentiera*, *Crescentia*) wurde die Aussenmembran der beiden Corollawänden und zum Theil der Kelchinnenwand als Ursprung des Schleimes angesehen. In anderen Fällen z. B. bei *Kigelia* und *Clerod. Minahassae* wurde die Möglichkeit angenommen, dass der Schleim zum Theil oder ganz von den Bacterien gebildet sein sollte, die ja bei diesen zwei Species in ungeheuren Colonien im Kelchinneren vorkommen.

Bei *Clerod. Minah.* hat das Kelchwasser der älteren Knospen, sowie der Blüthen und Früchte in Folge des reichen Schleimgehaltes eine schleimige Consistenz.

Die bei den Wasserkelchen allgemein vorkommende Schleimbildung muss vielleicht als eine Anpassung der sich im Wasser entwickelnden Blüthentheile angesehen werden, also als eine Anpassung dieser Organe an das submerse Wasserleben in dem Sinne, wie Goebel die Schleimausscheidung bei Wasserpflanzen gedeutet hat: nämlich „Schutz gegen Eindringen des umgebenden Wassers".

---

§ 8. Das constante Vorkommen von Bacterien oder von Fadenpilzen im Inneren der Wasserkelche.

Höchst merkwürdig ist das constante Vorkommen von Bacterien oder von Fadenpilzen im Inneren des Wasserkelche. Denn in allen von mir untersuchten Knospen fehlten sie nie, und Treub, der die Erscheinung zuerst entdeckte, erwähnt auch für *Spathodea campanulata* dasselbe, während es auf Grund der constatirten normalen Knospenentwicklung bis zur Fruchtreife an-

genommen werden musste, dass das Vorkommen des Spalt- oder des Fadenpilzes, im Inneren der Wasserkelche, keinen Schaden für die Wirthpflanze nach sich sieht. Im Gegentheil hatte es in gewissen Fällen selbst den Anschein, dass hier auch Nutzen für den Wirth, also Symbiose vorliegen könnte, z. B. bei *Crescentia Cujete* und bei *Stereospermum hypostictum* zur Erhöhung des Verschlusses der Kelchhöhle mittelst eines üppigen Pilzhyphengeflechtes in den nach Aussen führenden Kanälen. Weniger einleuchtend war ein Nutzen des Pilzes für die Mutterpflanze bei *Parmentiera cerifera* und *Heterophragma adenophyllum*

Specielle Aufmerksamkeit verdient es auch, dass stets, so weit ich constatiren konnte, nur je eine einzige Pilz-Species, wenigstens nur je eine Fadenpilzspecies bei je einer Wasserkelchspecies vorkommt, während man eher das Entgegengesetzte, nämlich eine Anzahl verschiedener Fungi, in jedem Wasserkelche erwarten dürfte. Eine Erklärung hierfür zu finden ist mir nicht möglich.

Einfacher ist es einzusehen, warum in einzelnen Species nur Bacterien, in anderen nur Fadenpilze vorkommen, denn hier ist die saure oder basische Reaction des ausgeschiedenen Wassers entscheidend. So ist das von Bacterien wimmelnde Kelchwasser von *Spathodea campanutata*, *Clerodendron Minahassae* und *Kigelia pinnata* alcalisch, während das Wasser im Kelche von *Parmentiera cerifera*, *Stereospermum hypostictum* und anderen Species mit Fadenpilzen deutlich sauer reagirt.

Der Modus des Eindringens dieser Pilze in die jungen Knospen ist wohl im Allgemeinen derjenige, welchen Treub [1]) für *Spathodea campanulata* angiebt, aber in einigen Fällen werden die Keime wohl auch eindringen zur Zeit, wo die junge Knospe, noch nicht geschlossen ist.

---

1) l. c. p. 45.

§ 9. Phylogenetischer Zusammenhang der Trichom-Hydathoden, Schuppen, luftererfüllten Haare und der extra-nuptialen Nectarien.

Von Haberlandt [1]) ist gezeigt worden, wie die extranuptialen Nectariën sich aus Hydathoden umgebildet haben und zum Theil auch von Goebel, wie eine derartige Umwandlung von Hydathoden in Digestionsdrüsen bei *Pinguicula* und *Nepenthes* stattgefunden hat.

Haberlandt sagt ferner in seiner klassischen Abhandlung über Hydathoden „Dass die extra nuptialen Nectarien in vielleicht zahlreichen Fällen von Hydathoden abstammen, dürfte kaum zu bezweifeln sein. Ich habe dabei zunächst blos jene Nectarien im Auge, welche aus Gruppen von Keulen- und Schuppenhaaren bestehen, die eine zuckerhaltige Flüssigkeit ausscheiden".... „In wie weit sich andere Bautypen der extranuptialen Nectarien von entsprechend anderen Bautypen der Hydathoden ableiten lassen, bleibt künftigen Untersuchungen [2]) vorbehalten".

In den vorliegenden Untersuchungen sind nun verschiedene Beispiele angeführt, wo die Schuppen und die Schüsselnectarien der Kelchaussenwand, sowie die Kelchinnenwand- und die Corollahydathoden von einem und demselben Typus leicht abzuleiten waren. Als solche Beispiele lernten wir besonders *Crescentia Cujete*, *Parmentiera cerifera*, *Stereospermum hypostictum* und *Kigelia pinnata* kennen. Morphologisch zeigten sich die Schuppen, Hydathoden und Schüsselnectarien bei diesen Wasserkelchen vollkommen gleichartig gebaut. Alle bestehen aus einer grossen Stielzelle, welche mit einem stark verdickten Cuticularring versehen ist und ausserdem aus einer einzigen Schicht mehr oder weniger langgestreckter Köpfchenzellen. In Uebereinstimmung mit ihrer Function geht in den als Schuppen functionirenden

---

1) Sitz. ber. Wien l. c. p. 58.
2) Haberlandt Sitz. l. c. p. 49.

Trichomen das Cytoplasma mit dem Zellkern schnell, nachdem die normale Grösse erreicht ist, verloren, während bei den als Nectarien und als Hydathoden fungirenden Haaren, nachdem dieselben ihre vollkommene Grösse erreicht haben, der Cytoplasmagehalt der secernirenden Köpfchenzellen sogar noch längere Zeit zunimmt. Längere Zeit nachher, während der Secretionsperiode, bleiben diese noch mit lebenskräftig aussehendem Cytoplasma und Zellkern versehen. Bei den Nectarien und den Hydathoden wurde erst dann Desorganisation oder Verschwinden des Zellkernes und des Cytoplasmas constatirt, wenn die Secretion des Wassers resp. des Nectars ihren Höhepunkt erreicht hatte. Für die Septalnectarien wurde dieser allerdings zu erwartende Zusammenhang zwischen den Eigenschaften des Zellkernes und der Grösse der Nectarsecretion durch sorgfältige Beobachtungen und durch zahlreiche Abbildungen von J. Schniewind-Thies [1]) klar gelegt.

Es sei hier hervorgehoben, dass ich diejenigen Trichome, welche ich als Quelle der Wassersecretion im Inneren der untersuchten „Wasserkelche" ansehen musste, deshalb mit dem Namen Hydathoden belegt habe, weil dieser Terminus entschieden am Besten für dieselben passt. Allerdings kann streng genommen gegen denselben vielleicht der Einwand erhoben werden, dass zugleich mit dem im Inneren der Blüthenknospen ausgeschiedenen Wasser stets organische Substanzen ausgeschieden werden, wenn auch in so geringer Menge, dass die chemische Analyse sie in einem Fall (bei *Spathodea*) als fehlend, und die Analyse in einem anderen Fall (bei *Clerodendron Minahassae*) als in winzigen Spuren vertreten bezeichnet. Dieses nimmt aber nicht hinweg, dass gerade durch diesen, wenn auch winzigen Gehalt an nicht unwahrscheinlich zuckerartiger Substanz, die von den Trichomen secernirte Flüssigkeit gewissermassen einen Uebergang zeigt vom Nectar zum echten Hydathodenwasser, wie es aus Laubblättern secernirt wird.

Da nun aber einerseits der Zuckergehalt des im Inneren der

---

1) l. c. tab. 6—8.

Wasserkelche von den Trichomen ausgeschiedenen Wassers bis jetzt nicht durch chemische Analyse mit Sicherkeit nachgewiesen werden konnte und andererseits nur auf Grund des üppigen Pilzwuchses in diesem Wasser, in Zusammenhang *mit anderen Factoren* auf die wahrscheinliche Anwesenheit von Spuren Zucker in demselben geschlossen werden konnte, hoffe ich, dass die Bezeichnung Hydathoden für die genannten Wasserkelchtrichome in dem gegebenen Fall genügend begründet ist. Und ich glaube, dass es praktisch ist den Namen auch zu behalten, wenn später die chemische Analyse die winzigen, von den Trichomen mit dem Wasser ausgeschiedenen Spuren organischer Substanz wirklich als Zucker erkennen möchte. Denn der Character dieser Trichome ist hier doch zweifellos mehr mit demjenigen von Hydathoden als von Nectarien übereinstimmend.

Kurz, es zeigen diese Betrachtungen über die Natur dieser Wasserkelchtrichome deutlich, wie eng Hydathoden und Nectarien mit einander verwandt sind. Die Letzteren unterscheiden sich ja nur dadurch von den Ersteren, dass sie Zucker ausscheiden.

Als Beispiel des Functionswechsels derselben Trichome können die Corollatrichome von *Heterophragma adenophyllum* angeführt werden. Hier fungirten die Trichome in der Jugend, innerhalb der geschlossenen Knospe, als Hydathoden, später nach dem Oeffnen der Blüthe, zeigten sich dieselben plasmaleer und mit Luft gefüllt und dienten also im letzteren Fall nur zum Schutz. Zweifellos werden derartige in der Jugend als Hydathoden, später wohl nur als Transpirationsschutz fungirende Trichome, auch bei vielen anderen Wasserkelch-Species aufgefunden werden. Ein ähnlicher Fall ist von Haberlandt [1]) schon für die Schuppen der Blätter von *Nepenthes* beschrieben.

---

1) Sitzber, l. c. p. 44.

§ 10. Form, grösse, zahl und bau der hydathoden.

Bei allen untersuchten *Bignoniaceae* (*Spathodea*, *Stereospermum*, *Kigelia*, *Crescentia*, *Heterophragma*) haben die Kelchhydathoden und zum grösseren Theil auch die Corollahydathoden eine köpfchenförmige Gestalt, indem einer meist einzelligen Stielzelle ein breites, oben mehr oder weniger abgeflachtes, kissenförmiges vielzelliges Köpfchen aufgesetzt ist. Diese Form kehrt bei den *Verbenaceae*, *Clerodendron Minahassae* und *Clerodendron disparifolium* wieder. Die Corolla bei *Heterophragma* hat jedoch keine Köpfchenhydathoden. Die Trichome sind hier erst fadenförmig, später baumartig verzweigt. Bei *Stereospermum hypostictum* kommen auf der Aussenwand in der Knospe ebenfalls fadenförmige, hier nur kurzlebende, wahrscheinlich als Hydathoden fungirende Trichome vor. Bei den drei untersuchten, zu den *Solanaceae* gehörenden Wasserkelchspecies *Nicandra physaloides*, *Juanulloa parasitica* und (nach Lagerheim) *Jochroma macrocalyx* sind die Hydathoden alle keulenförmig.

Der Durchmesser der Köpfchenhydathoden, beträgt im Durchschnitt 50—60 μ höchstens 120—130 μ. Die Keulenhaare bei *Nicandra* sind ungefähr 50—60 μ lang und 15 μ breit. Die grössten mir bekannten Hydathoden sind diejenigen auf der Corolla von *Crescentia* und *Parmentiera*.

Die Zahl der Hydathoden ist in der Regel in Wasserkelchen eine aussergewöhnlich grosse. Nicht selten findet man mehr als 100 derselben pro Quadratmillimeter, eine Zahl, die deshalb ansehnlich genannt werden muss, weil jedes dieser Hydathodentrichomen häufig 50 μ breit ist und aus 15 oder mehr secernirenden Zellen besteht. Dass in jungen Blüthenknospen die Kelchhydathoden so dicht zusammengedrängt stehen, dass die Ränder derselben einander zum Theil bedecken, ist auch kein seltener Fall. Mann kann dieses z. B. bei *Heterophragma adenophyllum* beobachten.

Wenn wir den Bau der Hydathoden unter allgemeine Ge-

sichtspunkte bringen wollen, so ist es zweckmässig, wenn wir erst den Zellinhalt und dann die Zellwände betrachten.

Die inneren Wände der Hydathoden bestehen ausnahmslos aus einem Gemisch von Cellulose und Pectose oder auch nur aus Cellulose; sie sind nie cuticularisirt. Die äusseren Wände sind aber ausnahmslos bei allen untersuchten Hydathodentrichomen kurz vor und während der Secretionsperiode cuticularisirt. Und hierbei findet sich der merkwürdige Fall, dass, soweit meine Beobachtungen reichen, diese Cuticula während der Secretion *weder zerrissen noch abgestossen* wird, folglich muss nothwendig auf Diffusion durch die Cuticula hindurch geschlossen werden. Und weil nun in den untersuchten Fällen diese Cuticula, wenigstens bei den Hydathoden, eine zwar zarte (ungefähr 0.2—0.3μ dick), aber homogene Structur aufweist, ohne Poren und ohne tüpfelartig verdünnte Stellen, ist es sehr der Mühe werth dieser Wassersecretion einige nähere Aufmerksamkeit zu schenken. Denn in der Literatur sind nur vereinzelt dastehende Beobachtungen über Diffusion von flüssigem Wasser (mit oder ohne Zucker) durch eine homogene, persistente Cuticula hindurch, vorhanden.

Weil es hier ein Punkt allgemeiner Bedeutung, nämlich Ausscheidung flüssigen Wassers durch cuticularisirte Membranen betrifft, erscheint eine etwas detaillirte kritische Besprechung der in der Literatur beschriebenen Fälle erwünscht, und sind ebenfalls einige Betrachtungen über die Natur cuticularisirter Membranen hier am Platz.

---

§ 11. Ueber die Natur der permeabelen Hydathoden- und Nectarien-Cuticula.

Mit Ausnahme der im Folgenden zu citirenden Fälle, wurde denn auch in den häufig da, wo eine wässerige Flüssigkeit (Nectar oder Wasser) durch eine cuticularisirte Membran hindurch noch Aussen befördert wird ein Abheben, Zerreis-

sen [1]), Zersprengen oder sogar eine Verschleimung [2]) der Cuticula (welche ja die Diffusion des Wassers so erheblich erschweren soll) von verschiedenen Forschern, besonders von HABERLANDT beobachtet. Bei keiner der von mir beschriebenen Hydathoden fand aber etwas derartiges statt. Im Gegentheil, es zeigten sich die, den bekannten Reagentien gegenüber als Cuticula sich verhaltenden Membranen *permeabel* für Wasser und wie aus der reichlichen Secretion geschlossen werden darf, sogar in hohem Grade permeabel für Wasser.

Dieses die Cuticula betreffende Resultat erhielt ich zuerst vor etwa 1½ Jahren. Meine jetztigen wiederholten Untersuchungen bestätigen vollkommen dieses Resultat, das mit den herrschenden Ansichten über die Durchlässigkeit der Cuticula für flüssiges Wasser und wässerige Lösungen völlig im Widerstreit war.

Eine Durchforschung der Literatur ergab nur einige wenige Angaben bezüglich der Permeabilität der Cuticula. Diese beschränken sich 1) auf einige allgemeine grundlegende Bemerkungen und Wahrnehmungen PFEFFER's (1881), soweit mir bekannt die erste Mittheilung, in welcher gegen die herrschende Ansicht der Undurchlässigkeit der Cuticula für wässerige Lösungen aufgetreten wird; 2) einige detaillirte Beobachtungen von STADLER (1886), verschiedene Species mit permeabeler Cuticula umfassend 3) ein vereinzelt darstehender aber sehr genau untersuchter Fall einer persistenten permeabelen Cuticula einer Species von HABERLANDT (1894) und 4) eine noch nicht ausgearbeitete Beobachtung von SCHNIEWIND—THIES über 2 Species mit permeabeler Cuticula.

Der Wichtigkeit wegen sei es mir gestattet die hier genannten Beobachtungen folgen zu lassen und als Gegensatz dazu die 2 Jahre vor PFEFFER's Physiologie von W. BEHRENS ausgesprochene Ansicht über die Permeabilität der Cuticula vorauszuschicken.

---

1) Haberlandt, Sitz. l. c.

2) Schniewind—Thies, l. c. p. 7. — Es scheint mir, dass hier wohl der Fall vorliegen könnte, der von HABERLANDT für *Cocculus*-hydathoden beobachtet ist: zersprengen der Cuticula mittelst unterhalb derselben gebildeten Schleimes. M. K.

Behrens [1]) sagt nämlich wohl auf Grund der herrschenden Meinung: „Die Cuticula ist undurchdringlich für Wasser, Gummi, Schleim, zuckerhaltige Flüssigkeiten, u. s. w." Während zwei Jahr später Pfeffer [2]) auf Grund eigener Untersuchungen Folgendes angiebt: „Wie für Wasser sind Cuticula und Kork sicher für viele gelöste Stoffe weniger durchlässig als andere Zellhäute, doch kann man nicht von vornherein behaupten, dass solches auch allgemein zutrifft, und entscheidende Untersuchungen giebt es nicht." ..... „Die Durchlässigkeit so mächtiger Cuticula wie sie die Blätter von *Ilex aquifolium* und *Buxus sempervirens* besitzen, lässt sich sehr einfach demonstriren, indem man auf die spaltöffnungsfreie Oberseite etwas Kochsalz und Zucker bringt und diese Stoffe mit etwas Wasser anfeuchtet. Bei Aufenthalt in einem dampffreien Raume zeigt nach einigen Stunden, sicher im Verlauf eines Tages, die Lösung der genannten Stoffe und die allmählige Vermehrung den diosmotischen Durchtritt von Wasser an. Ein solcher ist auch auf gleiche Weise für die mehrschichtige Korklage der Kartoffel festzustellen. Dieses einfache Experiment ist entscheidender als alle Versuche, welche mit abgetrennten Hautstücken angestellt sind, sei es, dass an diesen die Durchlässigkeit für Wasser durch Druckfiltration oder durch osmotische Wirkungen controlirt wurde."

Stadler [3]) publicirt endlich im Jahre 1886 die nachstehenden Wahrnehmungen. „Meine Beobachtungen über die Secretion des Nectars bei *Lilium auratum* und *L. umbellatum*, *Passiflora coerulea* und *P. coerulea-alata*, *Impatiens*, *Pinguicula*, *Asclepias* und *Diervilla* scheinen mir die Richtigkeit der Pfeffer'schen Ansicht zu unterstützen. Bei den beiden letztgenannten Nectarien ist die Cuticula allerdings zart bis höchstens mittelstark, ja bei den Passifloren wird sie an der für die Secretion wichtigsten Stelle, dem scharf vorspringenden Theil des Ringwulstes,

---

1) Nectarien p. 81 (citirt nach Stadler l. c. p. 73).
2) Pflanzenphysiologie 1881 p. 49.
3) Nectarien p. 74. — Etwas gekürzt von mir citirt. SHK.

nahezu unmerklich. Da sie aber in allen diesen Fällen gleich wie bei *Asclepias* und *Diervilla*, wo sie normale Dicke erlangt, mit Chlorzinkjod eine gelbe bis braungelbe Reaktion ergab, und da ich auch bei einer Vergrösserung bis 1375 (Immersion) bisher nicht das Geringste beobachtet habe, was auf durchlässige Fugen, Unterbrechungen der Cuticula, Verschleimung oder Zerreissung derselben hindeutete, so muss ich annehmen, dass unter Umständen Cuticularbildungen, welche bereits die Korkreaction ergeben, noch für Zuckersäfte (und Schleime — *Pinguicula*) durchlässig sein können. Ich verhalte mich diesem Ergebniss gegenüber, das mich selbst nicht wenig frappirte, so sceptisch als nur möglich; bis ich aber eines Uebersehens in der Beobachtung oder eines Irrthums in der Deutung des Gesehenen überwiesen bin, muss ich an demselben festhalten."

Der Werth dieser Beobachtungen ist zweifellos gross und die Vorsicht, mit welcher die Schlussfolgerung betreffs der Durchlässigkeit cuticularisirter Membranen mitgetheilt wird sehr kennzeichnend für die damals, also vor 10 Jahren noch herrschende Ansicht über die Permeabilität der Cuticula.

Haberlandt hat, wie er in seiner Hydathoden-Arbeit [1]) sagt, sich nur bei *Bignonia brasiliensis* Lam. eingehender mit der Beschaffenheit der für Wasser permeabelen Aussenwände der Schuppe beschäftigt. „Zunächst konnte festgestellt werden, dass die Cuticula, welche die Schuppe überzieht, die Farbenreactionen und Tinctionseigenthümlichkeiten der gewöhnlichen Cuticula zeigt. Nach Behandlung mit conc. Schwefelsäure löste sich die Cuticula der Epidermis sammt der cutinisirten Aussenwand des Stieles und der Cuticula der Schuppe von dem verquellenden Gewebe ab..... Wenn die aus Alcoholmaterial angefertigten Schnitte direct mit Schwefelsäure behandelt wurden, so blieb die Cuticula der Schuppe gerade so ungelöst zurück, wie jene der Epidermis. Wenn aber die Schnitte vorher einige Tage lang in der Javelleschen Lauge lagen, dann wurde die Cuticula

1) Sitz. ber. l. c. p. 41.

der Schuppe von schwach verdünnter Schwefelsäure allmählich gelöst, wobei die Lösung am Scheitel begann und successive gegen den Rand zu fortschritt. Die Cuticula der Epidermis blieb nach wie vor ungelöst. Aus dieser Thatsache geht also hervor, dass die Cuticula der Schuppe in chemischer Hinsicht doch ein von der gewöhnlichen Cuticula abweichendes Verhalten zeigt, womit wohl ihre erhöhte Permeabilität für Wasser zusammenhängt. Worin dieser Unterschied besteht, vermag ich allerdings nicht anzugeben."

Schniewind-Thies [1]) fand neuerdings, dass „die Rinnenzellen der Septalnectarien von *Aloë vera* und *Polygonatum multiflorum* von einer kräftigen Cuticula bedeckt sind, welche weder zur Zeit der Höhe der Secretion, noch nach beendeter Sekretion, wenn das Perigon verwelkt herabhängt, die geringste Veränderung zeigt." Es diffundiren hier also Flüssigkeiten durch die Cuticula hindurch. „Auf jeden Fall ist jedoch die Secretionsthätigkeit der Rinnenzellen von *Aloë* und *Polygonatum* schwach."

Zuletzt steht mir ausser den eigenen Beobachtungen noch eine Wahrnehmung zur Verfügung, welche ich einer mündlichen Mittheilung von Prof. Schimper verdanke. Schimper fand vor einigen Jahren die extranuptialen Nectarien bei der brasilianischen *Cassia neglecta* stets von einer starken Cuticula bedeckt, obgleich eine lebhafte Nectarsecretion constatirt werden konnte. Näher wurde aber von S. nicht auf die Sache eingegangen.

Endlich kommen noch hierzu meine eigenen Beobachtungen über eine, für Wasser und wässerige Flüssigkeiten leicht permeabele, während der Secretion persistente, Cuticula. Ich fand solche sowohl bei Corolla- wie bei Kelchhydathoden und Schüsselnectarien und zwar bei allen der Untersuchung unterworfenen Pflanzen. Die Hydathodencuticula zeigte sich ausnahmslos als eine zarte, kaum 0.2—0.3 μ dicke Blase ohne Poren und ohne Tüpfel oder Risse. Diese Cuticula zeigte in den untersuchten Fällen die Eigenschaft mit verschiedenen Reagentien z. B. mit Chlorzinkjod stärker zu quellen

1) l. c. p. 7.

in der Richtung der Fläche, als wie senkrecht auf diese Richtung, und viel stärker wie die übrigen darunterliegenden Membranen. Diese Cuticularblase zeigt sich also sehr dehnbar und in Folge dessen ist dieselbe während der Secretion mehr oder (häufig) weniger von den secernirenden Zellen abgehoben, was wohl durch den Druck der ausgeschiedenen Flüssigkeit verursacht sein mag. Die Cuticula der Schüsselnectarien zeigte sich, soweit sie einer genaueren Untersuchung mit Immersion unterworfen wurde, — und solches geschah bei *Parmentiera cerifera* und *Crescentia Cujete* —, mit tüpfelartigen verdünnten aber nicht perforirten Stellen versehen. Diese Tüpfel fanden sich nur in derjenigen Cuticula, durch welche die Nectarsecretion stattfindet, also in der oberen Cuticula. Dort ist aber die ganze Cuticula mit diesen Tüpfelkanälen versehen. Den übrigen, auch cuticularisirten Seitenwänden des Schüsselnectariums fehlen sie, wie ja solches erwartet werden konnte, ganz. Die für Nectar permeabele Cuticula dieser Nectarien ist etwa 10—12 mal dicker, als diejenige der von mir untersuchten Trichomhydathoden, nämlich 3—4 μ. Die tüpfelartig verdünnten Stellen jedoch, welche zweifellos zum Durchlass des Nectars dienen, haben wenig mehr wie ein Zehntel dieser Dicke, also 0.3—0.4 μ.

In den von mir untersuchten Fällen hatte die für Wasser (resp. zuckerhaltiges Wasser) leicht permeabele Cuticula der Wasser und der Nectar ausscheidenden Organe keine grössere Dicke wie 0.3—0.4 μ.

Dass jedoch selbst eine viel dickere Cuticula für wässerige Flüssigkeiten sich durchlässig, wenn auch vielleicht nur schwer durchlässig zeigen kann, hat das oben citirte Experiment von Pfeffer mit *Buxus*-Blättern deutlich hervortreten lassen.

Ich möchte hier aber betonen, dass entscheidende vergleichende Untersuchungen über die diosmotischen Eigenschaften der cuticularisirten und verkorkten Membranen jetzt noch ebenso gut fehlen als wie vor 10 Jahren, wo Pfeffer auf diese Lücke hinwies. Denn die bis jetzt publicirten, mir zugänglichen und u. a. in Haberlandt's Physiologie zusammengefassten Beiträge zur Kenntniss der geringen Durchlässigkeit der cuticularisirten und ver-

korkten Membranen enthalten keine vergleichenden Angaben; es finden sich auch da keine Zahlen[1]), aus welchen der *Unterschied*[2]) hervorgeht. Haberlandt selbst[3]) giebt an, dass diese Zahlen für einen genauen Vergleich nicht brauchbar seien, weil aus den bekannten Transpirationsversuchen mit geschälten und ungeschälten Kartoffeln, Aepfeln u. s. w. und mit Blättern deren Epidermis mittelst eines Scalpelles entfernt war, kein Schluss auf den hemmenden Einfluss der Epidermis, beziehungsweise deren Aussenwandungen auf die Transpiration gezogen werden kann. In diesen Versuchen wird ja doch nur die Transpiration einiger intact gelassen Pflanzentheile verglichen mit derjenigen einiger mit Messer oder Scalpell derartig verletzten Theile, dass das Protoplasma bei diesen letzteren an vielen Stellen beschädigt und unbeschützt an der Oberfläche der zum Experimente gebrauchten Pflanzentheile zu liegen kommt. Man darf aus diesen vielfach citirten Versuchen von Boussinggault, Just, Nägeli, Eder, u. a. also keinen entscheidenden Schluss ziehen hinsichtlich der verschiedenen diosmotischen Eigenschaften von cuticularisirten und verkorkten mit anderen Membranen.

Hätte man bei diesen Versuchen das Protoplasma getötet, wie dies Haberlandt[4]) z. B. bei seinen Blatt-Transpirationsexperimenten gemacht hat, so wären die erhalten Zahlen sehr werthvoll. Es scheint aber, dass man nicht daran gedacht hat, den Einfluss des lebenden Protoplasmas auszuschliessen. Wenigstens geht solches aus der mir zugänglichen Literatur nicht hervor.

Wenn nun aber auch die mehrgenannten Zahlen bis jetzt fehlen, und wenn die vor etwa einem Jahrzehnt noch gültige Ansicht der Undurchlässigkeit von Cuticula und Kork sich als unrichtig erwiesen hat, so darf doch auf Grund der zahlreichen eingehenden, anatomisch-physiologischen und physiologisch-pflanzengeographischer Untersuchungen vieler hervorragender Forscher als sicher angenommen werden, dass im Allgemeinen

---

1) Physiologie p. 97, 119—121
2) Physiol. p. 94—98
3) Physiol. p. 143—145.
4) Physiol. p. 97.

nen cuticularisirte und verkorkte Membranen weniger durchlässig sind für Wasser und andere Stoffe als andere Zellwände.

Dem gegenüber steht aber die im letzten Decennium gefundene Thatsache, aus welcher hervorgeht, dass es Zellwände giebt, welche die üblichen Reactionen und Tinctionseigenthümlichkeiten cuticularisirter Membranen zeigen und von welchen angenommen werden muss, dass sie leicht permeabel sind für Wasser (und Zuckerlösung), weil sie gerade diejenigen Organe (Hydathoden und Nectarien) umhüllen, welchen die Secretion der Flüssigkeiten zugetheilt ist.

Ob wir hier mit einer besonderen Modification der Cuticula zu thun haben, werden specielle, zweifellos mühevolle Untersuchungen ausweisen müssen. Solches ist aus verschiedenen Gründen nicht unmöglich. Denn ebenso gut, wie es erst in letzter Zeit gelungen ist, in den früher als nur aus Cellulose bestehenden Membranen Pectose und Callose aufzufinden und über die Unterschiede von Cuticula und Kork — ersteres besonders durch Mangin [1]), letzteres besonders durch Van Wisselingh [2]) — nähere chemische Kenntniss zu erhalten, ebenso gut wird es vielleicht später durch verbesserte Untersuchungsmethoden gelingen in den jetzt nur als Cuticula bezeichneten Membranen zwei oder mehr ebenso verschiedene Stoffe zu entdecken, wie es Cellulose, Callose und Pectose resp. die Pectinverbindungen sind.

Sowohl die auffallend verschiedenen physicalischen Eigenschaften der Cuticula verschiedener Pflanzen so wie verschiedene Angaben in der Literatur, sprechen auch für diese Hypothese der polymorphen Natur desjenigen Stoffes, den wir jetzt mit dem Namen Cuticula bezeichnen.

Ich will nur eine Angabe herausnehmen und zwar aus der neuen Ausgabe von Strasburger's Handbuch der mikroskopischen Technik (Botan. Pract.). Strasburger sagt nämlich: „Durch die relativ leichte Löslichkeit in Chromsäure weicht die Exine bei

1) Mangin l. c.
2) Van Wisselingh l. c.

Hemerocallis fulva von den verkorkten Lamellen der Zellhäute, der Cuticula und den cutinisirten Zellmembranen meist ab, doch ist sie dem Suberin und Cutin nahe verwandt. Wir bezeichnen sie daher, so lange nicht eingehende Untersuchungen über ihre chemische Natur vorliegen, als cutinisirt"..... „In den cutinisirten Häuten der Pollenkörner und Sporen liegen jedenfalls verschiedene Modificationen einer Substanz vor, die im Allgemeinen so wie verkorkte und cutinisirte Membranen reagirt." [1])

---

§ 12. Biologische Bemerkungen über die Wasserkelche.

Experimente über die Bedeutung der Flüssigkeit im Inneren der Wasserkelche fehlen bis jetzt; mit Ausnahme von *Nicandra physaloides*. Hier aber befanden sich die Versuchspflanzen nicht in ganz normalen Bedingungen.

Ansichten über die Bedeutung, über den Nutzen des „Kelchwassers" sind erst von Treub für *Spathodea campanulata* und nachher von Lagerheim für *Jochroma macrocalyx* auf Grund eines genaueren Studiums der Knospenentwicklung und des Knospenbaues aufgestellt worden. Beide Forscher stimmen in ihrer Ansicht darin überein, dass sie in dem constanten Vorkommen des Wassers im Inneren der geschlossenen Knospe eine Schutzeinrichtung gegen Austrocknung in Folge zu starker Insolation sehen. Auch ich schliesse mich dieser Erklärung für die Knospen beider Pflanzen ganz an. Ich will hier aber erwähnen, dass ich in Bonn bei *Nicandra physaloides* versucht habe durch vorsichtiges Abzapfen des Kelchwassers diese Ansicht auch für diese Pflanze zu begründen. Nun sind allerdings die Blüthenknospen denen ich das Wasser entnommen hatte innerhalb einiger Tage ganz verwelkt und zu Grunde gegangen. Leider war die Zahl der für das Experiment brauchbaren Pflanzen gering und es liess sich daher aus dem Versuch kein sicherer Schluss

1) l. c. p. 527

ziehen. Ich hoffe bald diese Versuche zu wiederholen.

Bei *Spathodea* reisst nach dem Oeffnen der Knospe der Kelch ein, und die Blüthe entwickelt sich weiter „ohne" Kelchwasser. Anders verhält sich die Sache aber bei *Jochroma macrocalyx*, *Clerodendron Minahassae*, *Juanulloa parasitica* und *Nicandra physaloides*. Bei ersterer Pflanze bleibt nach Lagerheim bis zum Abfallen der Blüthe der Kelch prall mit Wasser gefüllt. Und ich fand, dass bei *Cler.* und der zweiten und dritten Species solches auch nach dem Abfallen der Corolla, fast bis zur Fruchtreife der Fall ist. Infolge dessen entwickeln sich bei diesen Arten nicht allein die Geschlechtsorgane, sondern auch die jungen Früchte in einem Wasserbade. Und es kommt mir vor, dass auch hier Schutz gegen Austrocknung bezweckt wird, ebenso wie bei der Knospe. Nach Lagerheim soll aber das Wasser bei *Jochroma* während der Blüthezeit den Zweck haben, die Colibris abzuhalten, durch Aufschlitzen der Basis der Corolla, den Nectar zu stehlen der reichlich, am Grunde des Fruchtknotens, ausgeschieden wird.

Lagerheim stützt seine Behauptung durch die Mittheilung, dass er oft Löcher im Kelch, aber niemals ein Loch in der Krone fand und dass die einzigen Bestäubungsvermittler die Colibris sind. Wenn sich das Loch im Kelch aber nicht bald füllt — und dieses wird von *L.* nicht berichtet — dann findet der folgende Colibri den Kelch trocken und den illegitimen Weg zum Honig ebenso frei, wie wenn nie Wasser im Kelch gewesen wäre. Diese Erklärung leuchtet mir deshalb nicht ganz ein, und es kommt mir wahrscheinlicher vor, dass, wenn wirklich hier ein derartiger Schutz vorliegt, dieser nur ein secundärer ist, und Schutz gegen Austrocknung der Hauptzweck ist. Allerdings muss ich zugeben, dass ich bei *Clerodendron Minahassae*, wo auch die Blüthenkronenröhre ausserordentlich lang ist und sich auch am Grunde des Fruchtknotens ein Nectarium befindet (— der Nectarausscheidung habe ich leider noch keine Aufmerksamkeit gewidmet —) ebenfalls von mir sehr häufig eine grosse Anzahl allerdings meist nicht bis ins Innere durchdringender, und

grössentheils wieder verwachsener Löcher beobachtet habe, und dass auch hier bei diesem *Clerodendron* nie ein Loch in der Corollenröhre gefunden wurde. Die Löcher sahen ausserdem wirklich aus, wie wenn sie von Hummeln (*Bombus*), also von bekannten Nectardieben, gemacht worden wären. Es kann also sein, dass auch bei dieser Celebischen Pflanze ein ähnlicher Fall secundären Schutzes vorliegt wie bei *Jochroma*. Ich muss aber hinzufügen, dass ich weder bei *Juanulloa* noch bei *Nicandra* etwas ähnliches wahrgenommen habe.

Dass auch bei den anderen von mir untersuchten Wasserkelchen, *Heterophragma*, *Crescentia*, *Parmentiera* und *Stereospermum* der Schutz der Geschlechtsorgane gegen Austrocknen in Folge zu starker Transpiration (sei es auch nicht in Folge directer Insolation) wohl der Hauptzweck sein wird, welchen die Pflanze durch das constante Vorkommen von Wasser in den Blüthenknospen erstrebt, scheint mir auf Grund der chemischen Kelch-Wasseranalysen und der Untersuchung des anatomischen Knospenbaues und der Knospenentwicklung höchst wahrscheinlich.

III. BENUTZTE LITERATUR.

A. Original-Untersuchungen über Wasserkelche.

Kraus (Gregor.), Wasserhaltige Kelche bei *Parmentiera cerifera* Seem. in Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung, Bd. 81, p. 435—437.

Lagerheim, zur Biologie der *Iochroma macrocalyx* Benth. in Berichte deutsch. bot. Gesellsch. Bd. 9, Jahrg. 1891 p. 348—351.

Raciborski, Die Schutzvorrichtungen der Blüthenknospen in Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung, 1895. Ergänzungsband.

Treub over *Spathodea campanulata*: in Handelingen van het eerste Natuurkundig en Geneeskundig Congres gehouden te Amsterdam, 1888, Haarlem, Bohn, p. 130; — in Maandblad voor Natuurwetenschappen, 1888; — in Annales du Jardin botanique de Buitenzorg, Vol. VIII (1889) p. 38—46.

B. Die Literatur mit Ausschluss der genannten Original-Untersuchungen.

Behrens (I.), Ueber einige aetherisches Oel secernirende Hautdrüsen in Berichte der Deutschen bot. Gesellsch. Bd. IV, p. 400—404.

Engler und Prantl, Die Natürlichen Pflanzenfamilien.

Goebel (K.), Pflanzenbiologische Schilderungen.

Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie, 2e Auflage 1897.

—— Ueber Bau und Function der Hydathoden (mit 1 Tafel) in Berichte d. Deutsch bot. Gesellsch. Bd. XII.

—— Ueber wassersecernirende und absorbirende Organe in Sitzungsberichte d. Kais. Academie d. Wiss. in Wien, Abth. I. Bd. 103, 1894 p. 489—538, 3 Tafeln; Abth. II, Bd. 104, 1895, p. 55—116 mit 4 Tafeln.

—— Eine botanische Tropenreise.

—— Ueber die Beziehungen zwischen Function und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen, Jena 1887.

Koorders en Valeton, Bijdragen tot de kennis der boomsoorten van Java (Additamenta ad cognitionem Florae Javae) in Mededeelingen van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg.

Keller (R.), Biologische Studien; über die Anpassungfähigkeit phanerogamischer Landpflanzen an das Leben im Wasser in Biol. Centralblatt, 1897, N°. 3 p. 99—113. (Der 2e Theil der Studien ist noch nicht erschienen).

Mangin, Recherches anatomiques sur la distribution des composés pectiques chez les végétaux, Paris, 1893 und in Journal de botanique, 1893.

Moll, Untersuchungen über Tropfenausscheidung und Injection bei Blättern in Verslagen en Meded. Koninkl. Akademie d. Wetensch. te Amsterdam, Afd. Natuurkunde 1880, p. 237—337.

Nestler (A.), Untersuchungen über die Ausscheidung von Wassertropfen an den Blättern in Sitzber. Kaiserl. Akad. in Wien, Bd. 105, 9. Juli 1896.

Pfeffer, Pflanzenphysiologie, 2 Bände 1881.

Strasburger (E.), Das botanische Prakticum oder Handbuch der mikroskopischen Technik, Jena, 1897, 3e Auflage.

—— Wirkungsweise der Kerne und die Zellgrösse; histologische Beiträge V Heft, 1893.

—— Noll, Schenk und Schimper, Lehrbuch der Botanik, 2e Auflage, 1895.

Stadler (S.), Beiträge zur Kenntniss der Nectarien und der Biologie der Blüthen, Berlin, 1886.

Schimper, (A. F. W.), Botanische Mittheilungen aus den Tropen. Heft 1. Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika, 1888.

Schenck, Das Aerenchym in Pringsheim's Jahrb. Bd. 20, 1889.

Schniewind-Thies (J.), Beiträge zur Kenntniss der Septalnectarien, Jena 1897.

Wisselingh (van), Sur la lamelle subéreuse et la subérine in Archives neerlandaises, T. 26, 1893, T. 28, 1897.

Tieghem (van), Traité de botanique 2e Edition, 1891.

Wunschmann, Ueber die Gattung Nepenthes, Berlin, 1872.

Zimmermann (A.), Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkernes, 1896.

—— Die botanische Mikrotechnik, 1892.

LEBENSLAUF.

Am 29. November 1863 wurde ich Sijfert Hendrik Koorders, evangelischer Confession, zu Bandong in Niederländisch Indien von europäischen Eltern geboren: † Daniel Koorders, Dr. philol., jur. et theol., anfangs Indischer Beamter für Sprachforschung, nachher Professor an der Academie für orientalische Sprachen in Delft und Reichstagsabgeordneter in Holland und † Marie Henriette geb. Boeke. Nachdem ich Juni 1881 das Abiturientenexamen der Realschule höherer Ordnung in Haarlem abgelegt hatte, meldete ich mich zu einem vergleichenden Examen (Mathematik u. Botanik) in den Haag für die Ausbildung zur höheren Niederländisch Indischen-Staats-Forstcarrière. Und ich hatte das Glück den einen der zwei von der Regierung zur Verfügung gestellten Plätze zu erhalten. Infolge dessen begab ich mich conform den gültigen Vorschriften bald nach dem Examen für drei Jahre nach Deutschland um mich dort während eines halben Jahres auf einer Oberförsterei und 2½ Jahre auf der Kgl. Forstacademie in Eberswalde für die Forstcarrière auszubilden. Nach dort bestandener, ½ Jahr zu früh abgelegter Prüfung wurde mir vor der Abreise nach Indien von der Holländischen Regierung gestattet noch ein Semester an der Universität Tübingen weiter Naturwissenschaften zu studiren. Ende 1884 trat ich als Oberförster-Candidat die Reise nach Niederl. Indien an. In Java angekommen wurde mir erlaubt am Botanischen Garten in Buitenzorg einige Monate die

indischen Waldbäume zu studiren. Kurze Zeit nachdem ich dann als Kgl. Oberförster angestellt war, erhielt ich einen Regierungsauftrag zur Erforschung der Forstflora von Java. Mit diesem Auftrage habe ich mich fast 10 Jahr ununterbrochen beschäftigt und das Innere der ganzen Insel Java bereist. Auch wurden im Auftrage der Regierung von mir noch botanische Erforschungsreisen nach anderen Theilen des Malayischen Archipels gemacht, z. B. im Karimondjawa-Archipel, in Nord-Sumatra, in Nord-Celebes und quer durch Aequatorial Sumatra als Mitglied der Mitten-Sumatra-expedition. In verschiedenen Zeitschriften wurde ein Theil der Resultate dieser Untersuchungen, zum Theil von mir allein, zum Theil zusammen mit anderen publicirt. Nach fast 12-jähriger amtlicher Thätigkeit in Indien erhielt ich ein Jahr Urlaub nach Europa. Dieses Jahr wurde benutzt zur Erlernung der modernen Methoden der mikroskopischen Technik und zum Abschluss meiner Studien an der Universität Bonn.

Naturwissenschaftliche Vorlesungen hörte ich bei den folgenden Professoren und Privatdocenten: In *Eberswalde:* Brefeld (Botanik), Remelé (Geologie, Mineralogie, Chemie), Altum (Zoologie), Councler und Ramann (Agriculturchemie), Müttrich (Physik, Mathematik). In *Tübingen*: Eimer (Zoologie), Pfeffer (Botanik), Klebs (Botanik), Quenstedt (Palaeontologie), Spitta (Philosophie), Lothar Meyer (Chemie). In *Bonn*: Strasburger und Noll (Botanik) Ludwig (Zoologie).

Ein bis mehrere Semester nahm ich Theil an den botanisch-mikroskopischen Uebungen bei Herrn Geheimrath Brefeld, den botanischen Excursionen und Uebungen im Bestimmen von Pflanzen bei Dr. Rombouts und Dr. Kienitz, den geologischen Excursionen von Prof. Remele und Prof. Quenstedt, den zoologischen Excursionen von Prof. Altum, den praktischen quantitiven und qualitativen chemischen Uebungen im Laboratorium bei Dr. van Rooyen und Dr. Councler.

Ausserdem hörte ich verschiedene forstwissenschaftliche Vorlesungen und Geodäsie. Ferner nahm ich an verschiedenen forstlichen Reisen, von der Academie Eberswalde ausgehend, Theil.

Allen meinen Lehrern möchte ich an dieser Stelle meinen tiefgefühlten Dank aussprechen, besonders Herrn Geheimrath O. Brefeld und Prof. M. Treub für die Anregung, welche sie mir bei meinen Studien gaben sowie Herrn Geheimrath E. Strasburger für die werthvollen Rathschläge bei der Anfertigung dieser Arbeit.

THESEN.

1. Die in den letzten Dezennien sich oft geltend machende Geringschätzung der *Systematik* wirkt sehr nachtheilig, besonders mit Rücksicht auf paläontologische und pflanzen- und thier-geographische Untersuchungen.

2. *Artocarpus elastica Reinw.* und *Artocarpus Blumei Tréc.* sind höchst wahrscheinlich synonym.

3. Die verschiedenen bis jetzt versuchten Erklärungen für die biologische Bedeutung bunter Blätter sind nicht befriedigend.

4. Besonders unter den speciell angepassten Pflanzenarten eines Landes müssen die endemischen Species gesucht werden.

5. *Saurauia* gehört besser in die Familie der *Dilleniaceae* als in die der *Ternstroemiaceae.*

6. Die Wallace'sche Grenzlinie zwischen australischem und asiatischem Gebiet im Malayischen Archipel muss nach den neuesten Forschungen weiter östlich verlegt werden.

ERKLÄRUNG DER TAFELN [1]).

TAFEL I.

Clerodendron Minahassae.

Fig. 1. Längsschnitt durch eine Blüthenknospe (natürl. Grösse).
Fig. 2. N°. 1 ungefähr 24 mal.
Fig. 3. Längsschnitt durch eine etwas ältere Blüthenknospe (nat. Grösse).
Fig. 4. N°. 3 (etwa 6 mal vergrössert).
Fig. 5. Längsschnitt durch eine äusserst junge Blüthenknospe (24 mal).
Fig. 6. Blüthe (nat. Gr.).
Fig. 7. Blüthenknospe; Seitenansicht (nat. Gr.).
Fig. 8. Blüthenknospe; Längsschnitt (nat. Gr.).
Fig. 9. Längsschnitt durch den Basaltheil einer Blüthe (nat. Gr.).
Fig. 10. Wie N°. 8 (nat. Gr.).
Fig. 11. Junge Blüthenknospe; Seitenansicht (nat. Gr.).
Fig. 12. Seitenansicht einer fast reifen, vom Kelch umhüllten Frucht (nat. Gr.).
Fig. 13. Längsschnitt durch N°. 12 (nat. Gr.).
Fig. 14. Reife Frucht; von dem aufgesprungenen Kelch umgeben (nat. Gr.).
Fig. 15. Lebendfärbung mit Methylviolett. Oberflächenansicht der Kelchinnenwand einer Blüthe. Nur die Hydathoden haben den Farbstoff aufgenommen (90 mal).
Fig. 16—17. Oberflächenschnitt (N°. 16) der Kelchinnenwand einer Blüthe nach Behandlung mit Chlorzinkjod. Die Epidermis schimmert, obwohl von der gelblich gefärbten Cuticula bedeckt, dunkelviolett durch. In N°. 17 ist die sammt den Hydathoden losgelöste Cuticula abgebildet (90 mal)
Fig. 18. Oberflächenschnitt (wie in N°. 16) nach Doppelfärbung mit Safranin und Böhmersch-Haematoxylin. Auch hier schimmert die violette Farbe der epidermalen und subepidermalen Zellen durch, obwohl dieselben von der schwach röthlich gefärbten Cuticula bedeckt sind (90 mal).
Fig. 19. Der Kelch einer jungen Blüthenknospe von oben gesehen, um den Zickzack-Verschluss der Zipfel zu zeigen (schwach vergrössert und schematisirt)

TAFEL II.

Clerodendron Minahassae.

Fig. 20. Optischer Längsschnitt durch eine Trichomhydathode der Innenwand des Kelches einer Blüthe, in Chlorzinkjod beobachtet (1200 mal).
Fig. 21. Optischer Längsschnitt durch den Basaltheil derselben (N°. 22) bei höherer Einstellung der Mikrometerschraube. Die Aussenwand der Stielzelle ist in der Zeichnung

1) Mit Ausnahme der Figuren 6, 7, 12 und 14 welche von Herrn Callman nach Miquel copirt wurden, sind *alle* Abbildungen von mir nach der Natur angefertigt.

schwarz (in Wirklichkeit gelbbraun) angegeben). Die übrigen Farben naturgetreu. In Chlorzinkjod (1200 mal).

Fig. 22. Etwas schiefer Längsschnitt durch Hydathode und Epidermis der Innenwand des Kelches einer Blüthe, wodurch nur der grösste Theil der vorderen Hälfte ersterer sichtbar ist (450 mal).

Fig. 23. Hydathode und Epidermis der Kelchinnenwand einer Blüthe, von oben gesehen. Die Stielzelle ist in der Zeichnung weggelassen (450 mal).

Fig. 24—28. Optische Längsschnitte durch sehr junge, sich bildende Hydathoden an der Kelchinnenwand einer 5 mm. langen Blüthenknospe (300 mal).

Fig. 29—30. Zwei derselben nach Methylgrün-Fuchsin-Tinction und nach sehr starkem Auswaschen des Farbstoffes (800 mal).

Fig. 31. Längsschnitt durch Hydathode, Epidermis und das subepidermale Gewebe der Innenwand des Kelches einer Blüthe. In der Zeichnung ist nur das Protoplasma roth angegeben. Färbung mit Congoroth (200 mal).

Fig. 32. Längsschnitt durch Hydathode und Zellwand der Innenseite des Kelches einer 5 mm. langen Blüthenknospe. Tinction mit Fuchsinmethylgrün (600 mal).

Fig. 33. Optischer Längsschnitt durch die Hälfte einer Hydathode an der Innenwand des Kelches einer Blüthe (1300 mal).

Fig. 34 Optischer Längsschnitt durch den Kelchzipfelrand einer älteren Blüthenknospe (400 mal).

Fig. 35. Zellkerne der Kelchinnenwand-Hydathoden (*k*—*p*) und der Epidermis (*a*—*j*) von 5 mm. langen Blüthenknospen (*a*—*h*; *k*—*o*) von einer aufgesprungenen Frucht (*p*). (Alle 1000 mal vergr.).

Fig. 36—37. Ansicht zweier Kelchinnenwand hydathoden einer Blüthe von oben (450 mal).

Fig. 38. Optischer Querschnitt einer wie in 36—37 abgebildeten Hydathode zum Hervorheben der Stielzellen (450 mal).

Fig. 39. Querschnitt durch den Basal-Theil eines Kelchzipfels einer Blüthe nach Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure (7 mal).

Fig. 40. Cuticula der Epidermis mit Hydathoden eines mit concentrirten Schwefelsäure behandelten Oberflächenschnittes der Innenwand einer Blüthe. Obenansicht, etwas von der Seite (70 mal).

Fig. 41. Seitenansicht einer losgerissenen Hydathode von N⁰. 40.

Fig. 41*a*. Seitenansicht einer Hydathode, an derer Basis noch ein Theil der epidermalen Cuticula festsitzt. Sonst wie N⁰. 40 (100 mal).

Fig. 42. Nectariumartiges Trichom der *Aussen*wand des Kelches einer Blüthe (600 mal).

Fig. 43 Optischer Längsschnitt durch Hydathode und Epidermis der Innenwand des Blüthenkelches nach 2-tägigem Liegen in Eau de Javelle und nachfolgender Tinction mit Gentianalösung (500 mal).

Fig. 44. Hydathode nach Behandlung mit conc. Schwefelsäure. Die Protoplasten der Fusszellen und der Köpfchenzellen sind noch zu sehen und in Zusammenhang geblieben (120 mal).

TAFEL III.

Parmentiera cerifera.

Fig. 45 und **46** Junge Blüthenknospen. Seitenansicht. Nahe der Spitze sind einige Schüsselnectarien zu sehen (natürl. Grösse).

Fig. 47. Spitze des Kelches einer eben geöffneten Blüthenknospe. Aussenansicht ($\frac{5}{1}$).

Fig. 48. Spathenartig aufgespaltener Kelch einer eben geöffneten Knospe (natürl. Grösse).

Fig. 49 (*a*, *b*). Oben-ansicht (*a*, *b*) von den Schüsselnectarien einer Blüthenknospe ($\frac{1_0}{1}$).

Fig. 50. Blüthenknospe; kurz vor dem

Oeffnen. Seitenansicht. Drei Schüsselnectarien sind sichtbar ($\frac{1}{1}$).

Fig. 51 und **52** Zwei nicht ganz mediane Längsschnitte durch dieselbe Blüthenknospe ($\frac{8}{1}$).

Fig. 53. Fast medianer Längsschnitt durch eine etwas ältere Blüthenknospe ($\frac{3}{1}$).

Fig. 53*a*. Querschnitt durch die Kelchspitze der in Fig. 53 abgebildeten Knospe, und zwar gerade dort, wo der mit Wasser gefüllte und mit Trichomhydathoden ausgekleidete Hohlraum anfängt. Zwei derselben sind durch den Schnitt schief getroffen worden ($\frac{1\,1\,0}{1}$)

Fig. 54. Längsschnitt durch Kelch und Corolla einer sehr jungen Blüthenknospe. Die breiten Gefassbündel sind durch breite schwarze Striche angedeutet ($\frac{2\,3}{1}$).

Fig. 55. Querschnitt durch die scheinbar geschlossene Kelchspitze einer sehr jungen Blüthenknospe. Die 5 sich berührenden, aber nicht verwachsenen Kelchzipfel sind deutlich zu sehen und auch die Rinne, wo beim Oeffnen der Knospe nachher das Einreissen stattfindet ($\frac{1\,1\,0}{1}$).

Fig. 56. Längsschnitt durch die Kelchspitze einer älteren Blüthenknospe. Ein Theil der Berührungsflächen der Kelchzipfel ist als Zickzacklinie sichtbar ($\frac{2\,8}{1}$).

Fig 57. Ineinandergreifende Cuticularfalten im Medianschnitt aus Fig. 56; in Chlorzinkjod beobachtet. Der dicke, durch das Reageus gelbbraun gefärbte, Membrantheil ist hell grau gezeichnet ($\frac{4\,8\,0}{1}$).

Fig. 58. Berührungsflächen dreier Kelchzipfel aus Fig. 55 ($\frac{4\,8\,0}{1}$).

Fig. 59. Querschnitt durch die Mitte des Kelchtubus (etwa $\frac{3\,0}{1}$).

Fig. 60. Die Rinne von Fig. 59, längs welcher das spathaartige Einreissen des Kelches stattfindet ($\frac{4\,8\,0}{1}$).

Fig. 61. Längsschnitt durch ein Schüsselnectarium und die äussere Hälfte der Kelchwand einer älteren Blüthenknospe. Die aussergewöhnlich Grösse der Stielzelle ist auffallend ($\frac{8\,0}{1}$).

Fig. 62. Schuppe der Kelchaussenwand; Obenansicht ($\frac{3\,6\,0}{1}$).

Fig. 63. Medianer Längsschnitt durch ein Schüsselnectarium und Kelchaussenwand einer jungen Blüthenknospe. In Chlorzinkjod ($\frac{4\,8\,0}{1}$).

Fig. 64. Wie Fig. 63. Das Nectarium liegt aber weniger eingesenkt. Der Zellinhalt ist weggelassen ($\frac{1\,1\,0}{1}$).

Fig. 65. Junge Kelchaussenwandschuppe in optischem Längsschnitt, nahe der Spitze der Blüthenknospe sitzend ($\frac{4\,8\,0}{1}$).

Fig. 66 und **67.** In gleicher Vergrösserung gezeichnete Zellkerne der Stielzelle (Fig. 66) und der Köpfchenzelle (Fig. 67) eines ausgebildeten Schüsselnectariums ($\frac{8\,3\,3}{1}$).

TAFEL IV.

Parmentiera cerifera.

Fig. 68. Oberflächenansicht der Innenkelchwand einer Blüthenknospe. Ein sich verzweigender Gefässbündelstrang ist dunkelgrau gezeichnet. Eau de Javelle-präparat ($\frac{9\,0}{1}$).

Fig. 69 Dicker Längsschnitt des Blüthenknospenkelches nach vorhergehender Behandlung mit Eau de Javelle in concentrirter Schwefelsäure beobachtet. Nur die Cuticula der beiden Kelchwände, ein Theil des Gefässbündels, die Schuppe und die zahlreichen Trichomhydathoden sind übrig geblieben. Alle anderen Zellwände sind vernichtet worden ($\frac{1\,1\,4}{1}$).

Fig. 70 und **71.** Sich bildende, sehr junge Trichomhydathoden der Kelchinnenwand in fast concentrirter Schwefelsäure beobachtet ($\frac{4\,8\,0}{1}$).

Fig. 72. Ausgebildete Kelchinnenwandtrichomhydathode einer Blüthenknospe im optischen Längsschnitt, nach vorheriger Eau de Javelle-Behandlung ($\frac{4\,8\,0}{1}$).

Fig. 73. Junge Kelchinnenwand-Trichomhydathode. Die Farben sind in der Zeichnung genau so wiedergegeben wie im Originalpräparat. Dasselbe ist mit den Farben der Kerne, der Membranen und des Plasmas der Fall in den Figuren

76 und 83—86. Die schöne Kerntinction hatte sich im Alcoholmateriale ohne Zufügung eines speciellen Färbungsmittels eingestellt. Man vergleiche hierüber den Text ($\frac{480}{1}$).

Fig. 74. Optischer Längsschnitt durch den unteren Theil einer jungen Kelchtrichomhydathode und durch die Kelchinnenwand-Epidermis ($\frac{480}{1}$).

Fig. 75. Wie Fig. 74; aber mit abnormer (getheilter) Stielzelle ($\frac{480}{1}$).

Fig. 76. Optischer Längsschnitt durch Kelchinnenwandepidermis und ausgebildete Trichomhydathode. In Chlorzinkjod beobachtet. Die Aussenmembran der Epidermis ist stark geschwollen, die übrigen Membranen nur wenig ($\frac{480}{1}$).

Fig. 77, 78 und **79**. Kelchinnenwandtrichomhydathoden älterer Blüthenknospen. N⁰. 77 in Chlorsinkjod, 78 und 79 in Glycerin beobachtet; Fig. 78 Optischer Querschnitt auf der Höhe des Oberen Randes des Stielzellen-Cuticular-Ringes; Fig. 79 Obenansicht und Fig. 77 optischer Querschnitt zwischen den Schnitten 79 und 77 ($\frac{480}{1}$).

Fig. 80 und **81**. Kelch-Trichomhydathoden nach längerer Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure. Die Trichome sind von der epidermalen Cuticula losgerissen worden ($\frac{480}{1}$).

Fig. 82. Längsschnitt durch ein eben sich bildendes Corollatrichom. Die Kerne der Stielzelle und der Fusszelle liegen ausserhalb des Schnittes ($\frac{480}{1}$).

Fig. 83—86. Corolla-Trichomhydathoden von Blüthenknospen. Die Farben sind so genau als möglich wieder gegeben. Die schönen Farbendifferenzirungen waren ohne specielle Tinctionsmittel am den Parafin-Mikrotomschnitten des Alcoholmaterials in Canadabalsam zu sehen. Fig. 83 Querschnitt und Fig. 84—85 Längsschnitte durch ausgebildete Trichome; Fig. 86 Längsschnitt durch ein halb ausgebildetes Trichom (Fig. 83 $\frac{249}{1}$, Fig. 84—86 $\frac{480}{1}$).

Fig 87. Längsschnitt durch einen Theil der Innen-Corollawand und der Aussen-Antherenwand. Nach 12-stündigem Liegen in Chlorzinkjod sind die Schnitte ausgewaschen und dann erst mit wässeriger Safranin-Lösung einige Stunden behandelt und nachher mit Anilinblau. Für die scharfen Farbendifferenzen und die in der Zeichnung angedeuteten der Corollaepidermis anhaftenden Organismen sehe man den Text ($\frac{480}{1}$).

TAFEL V.

Crescentia Cujete.

Fig. 88. Blüthenknospe im Längsschnitt. Bei *a* drei Schüsselnectarien. Bei *b* die Languettes. Verg. $\frac{5}{1}$.

Fig. 89. Die Spitze der Blüthenknospe *b* der Fig. 88. Bei *p* sind die Pilzhyphen zu sehen, welche den Raum zwischen den Kelchzipfeln ausfüllen, und welche zwischen den Languettes hervortretend sich pinselartig in den Wasserraum des Kelches ausbreiten. Vergr. $\frac{33}{1}$.

Fig. 90. Blüthenknospe mit zahlreichen Schüsselnectarien, von der Seite gesehen. Natürl. Grösse.

Fig. 91. Schiefer Querschnitt durch die Spitze einer jungen Blüthenknospe. Der ganze Raum zwischen den Kelchzipfeln ist von dem pseudoparenchymatischen Pilzhyphengeflecht *p* ausgefüllt. Vergr. $\frac{90}{1}$.

Fig. 91*a*. Schiefer Querschnitt durch den unteren Theil der Kelchspitze und zwar dort, wo die Languettes inserirt sind. Der Innenraum zwischen den Zipfeln und Languettes ist wieder mit querangeschnittenem Pilzhyphenknäuel *p* zum grössten Theil ausgefüllt. Vergr. $\frac{90}{1}$.

Fig. 92. Etwa 0.002 mm. dicker Längsschnitt durch zwei Köpfchenzellen eines Schüsselnectariums einer Knospe. In Chlorzinkjod beobachtet. Die tüpfelartig verdünnten Stellen der dicken Cuticula befinden sich nur an der oberen (secernirenden) Seite des Nectariums. Vergr. $\frac{1130}{1}$ (Immersion).

Fig 93. Schiefer, etwa 0.002 mm. dicker Oberflächenschnitt durch diejenige Cuticula der Köpfchenzellen eines

Schüsselnectariums, durch welche die Nectarsecretion nach Aussen stattfindet. Die verdünnten Membranstellen heben sich deutlich gegen den übrigen dickeren Theil der Wand ab. In Chlorzinkjod beobachtet. Vergr. $\frac{1130}{1}$ (Immersion).

Fig. 94. Das secernirende Köpfchen einer Blüthenknospen-Kelchinnenwandhydathode in Chlorzinkjod, von oben gesehen, nachdem dasselbe mittels Eau de Javelle duchscheinend gemacht ist. Die homogene, äusserst zarte, gelb gefärbte, abgehobene, aber nicht zerrissene Cuticularhülle umgibt schweinsblasenähnlich den vielzelligen, nicht cuticularisirten, violetten inneren Theil des Köpfchens. Vergr. $\frac{500}{1}$.

Fig. 94*a*. Längsschnitt durch die Kelchaussenwand mit secernirenden Schüsselnectarium nach Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure. Auffallend ist die grosse Zartheit der epidermalen Cuticula im Vergleich mit der überall dicken Cuticula des Schüsselnectariums und ganz besonders mit den Seitenwänden der Nectarium-Stielzelle. Von der oberen Wand des Nectariums hängen die cuticularisirten oberen Theile der Seitenwände der Köpfchenzellen im inneren Nectariumraum herunter. Vergr. $\frac{2500}{1}$.

Heterophragma adenophyllum.

Fig. 95. Nicht medianer Längsschnitt durch eine junge Blüthenknospe, derart, dass die Corolla nicht getroffen ist. Letztere befindet sich am Boden der innen dicht mit Hydathoden bedeckten Kelchhöhle. Die kugelige Corolla noch ohne Trichome. Die Kelchaussenwand dicht mit baumartigen lufterfüllten Haaren bedeckt. Vergr. $\frac{8}{1}$.

Fig. 96. Querschnitt durch den mittleren Theil des Tubus einer Corolla aus einer 7 mm. langen Knospe, wie dieselbe in Fig. 103 abgebildet ist, also einer etwas älteren Knospe wie in Fig. 95, denn die Trichome (*a*) auf der Aussenseite der 2 mm. langen kugeligen Corolla fangen hier an sich zu bilden. Verg. $\frac{23}{1}$.

Fig. 97—100. Entwicklung der Corolla-Trichomhydathoden aus einer Epidermiszelle. Alle dem Präparate der Figur 101 entnommen. Vergr. $\frac{373}{1}$.

Fig. 101. Längsschnitt durch die kugelige Corolla der Fig. 103. Die Stamina und das Ovarium schief angeschnitten. Die in Fig. 97—100 vergrössert abgebildeten Trichome sind mit *a* in der Fig. 101 angedeutet; und die Corollenzipfel mit *b*. Vergr $\frac{23}{1}$.

Fig. 102. Stück eines baumartig verzweigten lufterfüllten Haares der Kelchaussenwand derselben Knospe, welcher die in Fig 97—100 abgebildeten Corollen-Trichome entnommen sind. Vergr. $\frac{373}{1}$.

Fig. 103. Knospenlängsschnitt. Vergr. $\frac{6}{1}$.

Fig. 104, 105, 107, 108. Querschnitt durch die Spitze verschiedener Blüthenknospen. In Fig. 104 sind die Haare auf der Kelchaussenwand weggelassen. Vergr. $\frac{23}{1}$.

Fig 106. Längsschnitt durch die Kelchspitze. Die Haare der Kelchaussenwand sind weggelassen. Vergr. $\frac{23}{1}$.

Fig. 109. Die wattenpropfähnliche Languette von Fig. 108 stärker vergrössert. Die meisten der lufterfüllten Haare (*a*) sind vom Messer quer angeschnitten worden. Vergr. $\frac{90}{1}$.

TAFEL VI.

Heterophragma adenophyllum.

Fig. 110. Querschnitt durch eine junge Blüthenknospe nach Lebenfärbung mit Methylviolett. Etwas schematisirt. Nur die Hydathoden haben den Farbstoff aufgenommen und sind dunkelviolett (in der Tafel dunkelblau) tingirt. Vergr. $\frac{6}{1}$ (Etwas schematisirt).

Fig. 111. Eine der Kelchhydathoden mit einem Theil der Epidermis aus der in Fig. 110 abgebildeten Knospe. Die Epidermis ist ganz farblos geblieben. Vergr. $\frac{40}{1}$

Juanulloa parasitica.

Fig. 112. Blüthenknospe in nicht medianem Längsschnitt. Natürl. Grösse.

Fig. 112*a*. Querschnitt durch den oberen Theil der Spitze der in Fig. 112 abgebildeten Knospen. Mit Fuchsin-Iodgrün gefärbt. Der Zellennahtverschluss der 5 Kelchzipfel ist sehr deutlich. Vergr. $\frac{50}{1}$.

Fig. 113. Querschnitt durch den unteren Theil der Knospenspitze der Fig. 112. Die mit Wasser gefüllte Raum ist blau. Die als Hydathoden fungirenden Kelchpapillen und Trichome sind schwarz. Vergr. $\frac{30}{1}$.

Fig. 114. Seitenansicht einer älteren Blüthenknospe. Ein Kelchblatt ist entfernt, um die 5-seitig-prismatische, röhrig-geschlossene Corolla und den, theilweise mit Wasser (in der Zeichnung blau) gefüllten, inneren Kelchraum zu zeigen. Natürl. Grösse.

Fig. 115. Obenansicht der Kelchinnenwand-Epidermis mit einer darauf sitzenden Hydathode einer etwa 20 mm. langen Blüthenknospe, nach Tinction mit Pikrin-Anilinblau. Vergr. $\frac{169}{1}$.

Fig. 116 Wie Fig. 115 aber Verg. $\frac{500}{1}$.

Fig. 117. Sehr junge Trichomhydathode aus der Kelchinnenwand der Spitze einer in Fig. 112 abgebildeten Knospe. Vergr. $\frac{373}{1}$.

Fig. 118. Die Stelle *b* des Kelches der Fig. 113 stärker vergrössert. Tinction: Fuchsin-Iodgrün. Vergr. $\frac{500}{1}$.

Fig. 119. Querschnitt durch den unteren Theil einer etwa 20 mm. langen Blüthenknospe. Hier fehlen auf dem Kelche die Trichom-Hydathoden ganz. Dagegen ist die Aussenseite der Corolla jetzt mit papillösen und zu Trichomen ausgewachsenen, Wasser secernirenden Epidermiszellen bedeckt. Die Gefässbündel, welche besonders im Kelch auffallend zahlreich sind, sind durch schwarze Punkte, das ausgeschiedene Wasser durch Blau angedeutet. Der Pollen im Inneren der 5 Antheren ist noch nicht fertig ausgebildet. Im Centrum ist der Stylus sichtbar. Vergr. $\frac{6}{1}$.

Fig. 120. Ein Theil der Aussenseite der Corolla der Fig. 119 stärker vergrössert, um die eigenthümlich differenzirte Epidermis deutlicher zu zeigen Verg. $\frac{196}{1}$.

Fig. 121. Theil eines Querschnittes nahe der äussersten Spitze des Kelches einer in Fig. 112 abgebildeten Blüthenknospe. Mit Fuchsin-Iodgrün gefärbt. In dem einen Kelchzipfel sieht man zwei Spiralgefässe, in dem anderen eins. Vergr. $\frac{196}{1}$.

Fig. 122. Innenwand des Kelches aus Fig. 121 stärker vergrössert. Tinction: Safranin in schwach mit Essigsäure angesäuertem Wasser. Die hier schwach grau gefärbten Membranen und Membrantheile waren infolge von Pectin-Reichthum orange gefärbt, während die zarte, hier als schwarze Linie angedeutete Cuticula schön kirschroth war. Das Cytoplasma schwach röthlich und die Kerne schön rosa. Vergr. $\frac{500}{1}$.

Fig. 123. Oberflächenansicht eines mit Eeau de Javelle durchscheinend gemachten mehrzelligen Oberflächenschnittes der Kelch-Innenwand einer in Fig. 116 abgebildeten Knospe. Infolge der Behandlung mit Safranin in schwach saurer Lösung treten die Idioblasten durch dunkel kirschrothe Farbe scharf hervor gegen die orange gefärbten, den Idioblast umgebenden Kelchparenchymzellen. Der Idioblast ist hier dunkeler gezeichnet. Vergr. $\frac{110}{1}$.

Fig. 124. Mit Eau de Javelle durchscheinend gemachter und mit Safranin gefärbter Oberflächenschnitt (Obenansicht) der Kelchinnenwand einer älteren Knospe (wie in Fig. 114 abgebildet) und aus der Mitte des Kelchtubus, im Winkel einer der Kelchleisten. Aus einer der Epidermiszellen erheben sich zwei Papillen. Vergr. $\frac{500}{1}$.

Kigelia pinnata.

Fig 125. Kelchhydathode von der Kelchinnenwand einer jungen Blüthenknospe. Vergr. $\frac{535}{1}$.

Fig. 126. Querschnitt durch die Spitze der jungen Blüthenknospe. Es sind in Folge der Krümmung der Knos-

penspitze blos drei der Kelchblätter getroffen. Vergr. $\frac{3}{1}$.

Fig. 127. Schematisirter Längsschnitt durch eine alte Blüthen Knospe. k = Kelch; c = Corolla. Nat. Gr.

Fig. 128 Querschnitt durch eine junge Blüthenknospe, Nur der Kelch mit denTrichomhydathoden und mit der ausserordentlich dicken Schleimmasse ist abgebildet. s = Schleim mit zahllosen Bacterien; w = Kelchwasser. Vergr. $\frac{2,3}{1}$.

TAFEL VII.

Stereospermum hypostictum.

Fig. 129. Junge, wasserhaltige Blüthenknospe von der Seite gesehen. Der Kelch vorn weggeschnitten. Im Grunde der Kelchcalyptra sitzt die junge Corolla mit Stamina und Ovarium. Natürl. Grösze.

Fig. 130—131. Längsschnitte durch zwei sehr junge Knospen. Der Kelch ist aussen und innen mit zahlreichen Köpfchenhydathoden besetzt. Das reichverzweigte Pilzmycelium p, welches überall auf der Kelchoberfläche umherkriecht, ist in diesen Figuren und in Fig. 132—133 roth gereichnet, während es in den Originalpräparaten durch Methylenblautinction schön dunkelblau gefärbt ist. Vergr. $\frac{7}{1}\frac{0}{0}$.

Fig. 132. Dicker Längsschnitt durch eine ältere Knospe. Die Corolla zeigt noch keine Trichombildung. Vergr. $\frac{4}{1}\frac{1}{0}$.

Fig. 133. Etwas ältere Knospe, als die welche in Fig. 132 abgebildet ist. Die Corolla hat an Grösse sehr zugenommen und zeigt stellenweise Anfang der Trichombildung (t); sie hat sich jedoch oben noch nicht geschlossen; n = ein Schüsselnectarium; p = Pilzmycelium. Vergr. $\frac{2,3}{1}$.

Fig. 134. Seitenansicht einer fast ausgewachsenen Knospe; kurz vor dem scheidenartigen Aufreissen des Kelches. Letzterer aussen dicht beschuppt und mit zahlreichen Schüsselnectarien (n), innen dicht mit Köpfchenhydathoden bedeckt (Natürl. Grösze).

Fig. 135 Längsschnitt durch eine Knospe wie sie in Fig. 134 abgebildet ist. Die Corollenzipfel bei f fächerförmig zusammengefaltet und einen Verschluss der Blüthenkronenröhre darstellend. Letztere sowohl wie die Zipfel innen, jetzt (aber nicht bei viel jüngeren Blüthenknospen) mit zahlreichen Köpfchentrichomen bedeckt. Die Corolla aussen mit einzelnen Trichomen. Am Grunde der Filamente je ein Büschel mit langgestielten Köpfchenhaaren. N = Kissenförmiger Discus. Die Trichome sind der Deutlichkeit wegen etwas zu gross gezeichnet. Vergr. $\frac{3}{1}$.

Kigelia pinnata.

(Vergl. auch Fig. 125—128 der Tafel VI).

Fig. 136. Längsschnitt durch sehr junge Knospe. Corolla ganz ohne Trichome. Kelch innen und aussen dicht mit Köpfchenhydathoden bedeckt. s = Schleimschicht mit Bacteriencolonien. Vergr. $\frac{6}{1}$.

Fig. 137. Querschnitt durch eine ältere Blüthenknospe. K = Kelch; aussen und besonders innen dicht mit Köpfchenhaaren bedeckt; c = die wellenförmig gefaltete Corollenröhre, welche innen und aussen sehr reichliche Trichombildung zeigt. In der Zeichnung sind diese Haarbildungen der Deutlichkeit wegen weggelassen. s = Bacterien-Schleimschicht an der Kelchinnenwand: st = Stylus; a = Antheren. Natürl. Grösse.

Spathodea campanulata.

Fig. 138, 139. Querschnitte der Kelchzipfel durch den oberen Theil der Kelchspitze einer jungen Knospe. Der Cuticularnahtverschluss der Kelchzipfel ist durch Schraffirung angedeutet. Vergr. $\frac{2,3}{1}$.

Fig. 140—143. Querschnitte durch den unteren Theil der Kelchspitze. Nur die Kelchinnenwand und die Kelchzipfel sind gezeichnet. Der Cuticularnahtverschluss ist in Fig. 142 durch Schraffirung und in den Figuren 140 und 141 durch dunkele

Striche angedeutet. In fig. 142 findet Anfang der Languettetrennung statt. Fig. 140, 141 und 143, 23 mal und Fig. 142 90 mal vergrösszert.

Fig. 144. Schematische Darstellung des Verschlussmechanismus der Kelchspitze einer mit Wasser gefüllten Knospe.

Fig 145. Cuticularnaht der einander berührenden Kelchzipfelwände. Vergr. $\frac{660}{1}$.

Nicandra physaloides.

Fig. 145*a*. Junge Blüthenknospe von der Seite gesehen. Vergr. $\frac{3}{1}$.

Fig. 146. Längsschnitt durch eine mit Wasser gefüllte Blüthenknospe; etwas schematisirt; *c* = Corolla; *a* = Antheren; *f* = Fruchtknoten. Die Keulentrichome sind schwarz und das Wasser hellblau gezeichnet. Vergr. $\frac{8}{1}$.

Fig. 147. Querschnitt durch den oberen Theil des Kelches einer 3 mm. langen Blüthenknospe. Vergr. $\frac{8}{1}$.

Fig. 148. Querschnitt durch die Spitze einer 3 mm. langen Blüthenknospe, um den Zellennaht- (*z*) verschluss zu zeigen. Die Gefässbündel (*g*) sind durch Kreise angegeben. Vergr. $\frac{23}{1}$.

Fig. 149. Die in Folge längerer Einwirkung concentrirter Schwefelsäure vom unterliegendem Gewebe losgerissene epidermale Cuticula der Kelchinnenwand einer Blüthenknospe mit den fest daran anhaftenden Tichomhydathoden. Die Aussenwand letzterer ist wie die epidermale Cuticula intact geblieben. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 150. Querschnitt durch die Innenwand des Kelches einer älteren Blüthenknospe mit wachsähnlichen Körnchen auf der sehr zarten epidermalen Cuticula. Vergr. $\frac{500}{1}$.

Fig. 151. Die dicke, an einer Stelle verdünnte Aussenwand der Epidermis von Fig. 150 stärker vergrössert ($\frac{1130}{1}$).

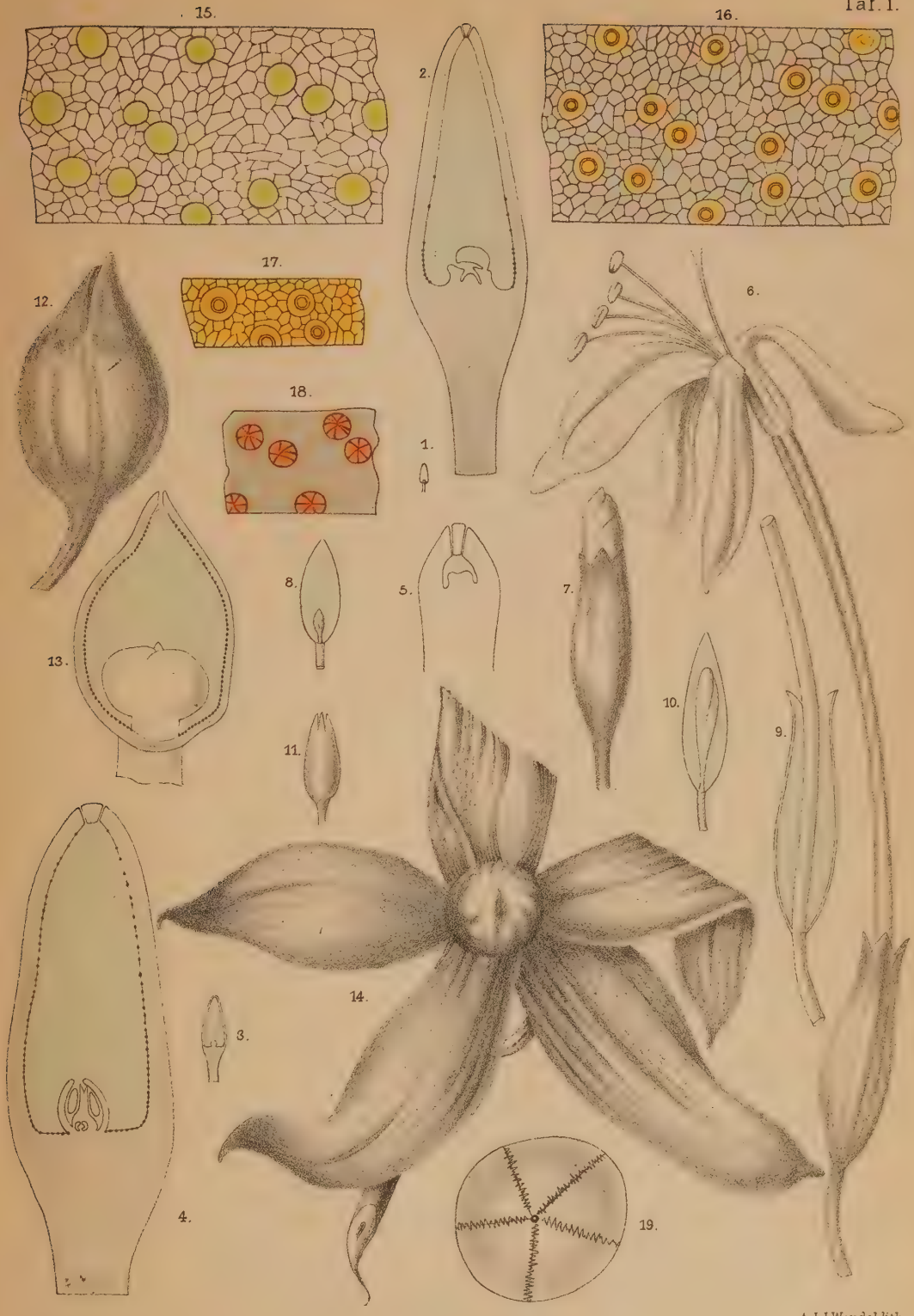
Fig. 152. Längsschnitt durch die Kelchinnenwand einer jungen Blüthenknospe nach Behandlung mit Iodium. Die dunkelbraunen Farben sind hier durch schwarze und graue Farben wiedergegeben. Vergr. $\frac{350}{1}$.

Fig. 153. Die epidermale Membran der Kelchinnenwand mit einer noch lebenden Trichomhydathode. Vergr. $\frac{650}{1}$

Fig. 154. Längsschnitt durch die Kelchinnenwand mit einer Trichomhydathode. Der Zellinhalt ist in der Zeichnung weggelassen. Vergr. $\frac{535}{1}$.

BERICHTIGUNGEN.

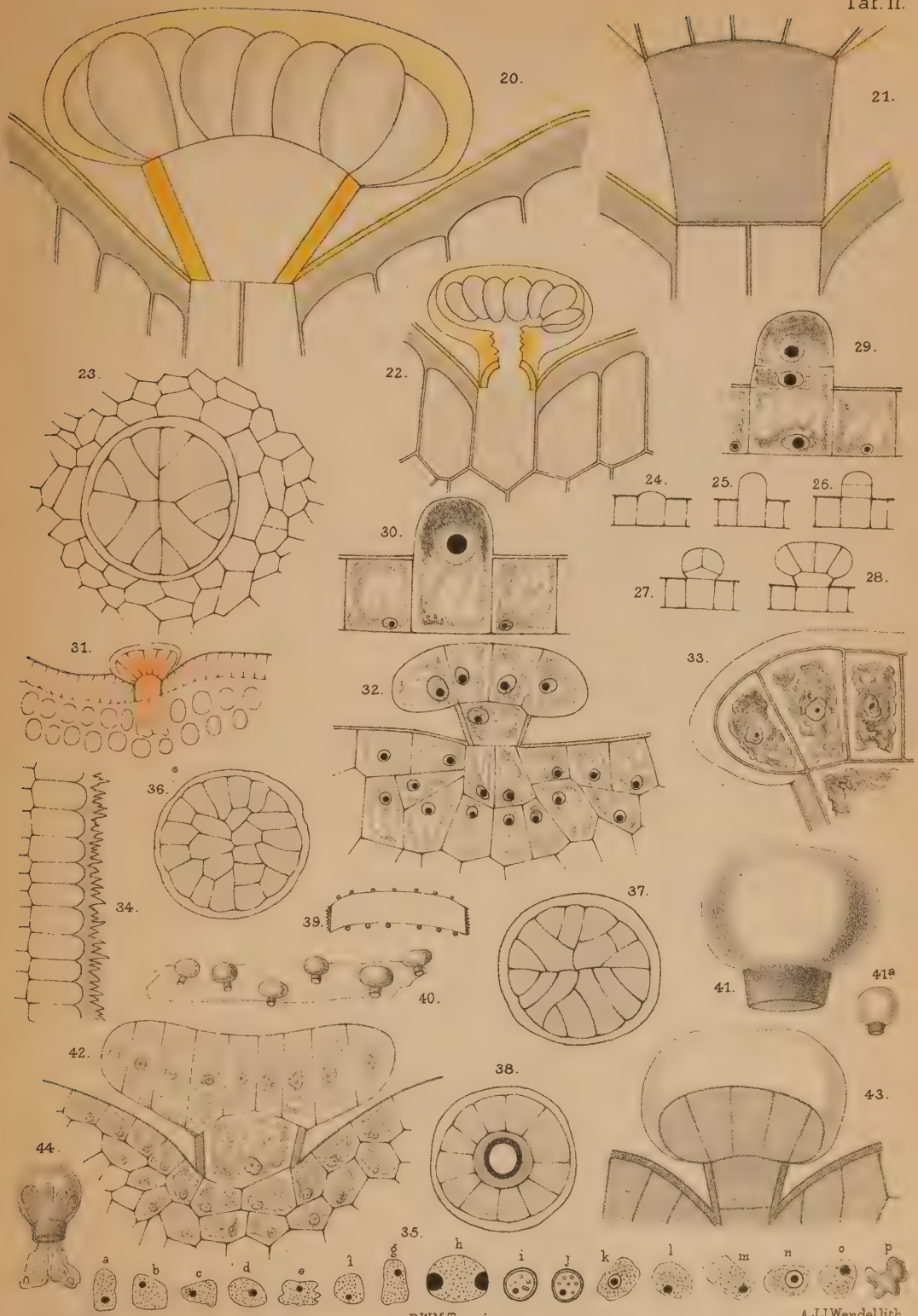
S. 1, Z. 7 v. u., *statt* GREORG *lies* GREGOR.
„ 3, „ 14 „ „ *streiche* nun.
„ 6, „ 2 „ o., *lies* sind.
„ 9, „ 17 „ u., *lies* gezogen als die übrigen.
„ 12, „ 10 „ „ *streiche* sie.
„ 13, „ 3 „ o., *lies* abgespült.
„ 14, „ 2 „ „ *lies* das.
„ 14, „ 14 „ „ *streiche* ist.
„ 14, „ 16 „ „ *lies* geringer ist.
„ 22, „ 14 „ „ *lies* Zweigenden.
„ 32, „ 8 „ u., *lies* Androeceum.
„ 33, „ 15 „ o., *lies* Krone.
„ 35, „ 12 „ „ *streiche* daraus.
„ 36, „ 12 „ „ *lies* äusserst zartes schweinsblasenähnliches.
„ 37, „ 7 „ „ *lies* verdickten.
„ 39, „ 5 „ „ *lies* gelatinöses.
„ 40, „ 15 „ „ *lies* Sumpfpflanzen.
„ 42, „ 14 „ u., *lies* Atmosphaere.
„ 44, „ 4 „ o., *lies* gramm.
„ 49, „ 22 „ „ *lies* gelatinös.
„ 51, „ 22—23 v. o., *statt* cellulosen Wände *lies* Cellulosewände.
„ 54, „ 9 v. u., *streiche* nur.
„ 55, „ 15 „ o., *lies* Wurstbaum.
„ 57, „ 8 „ u, *streiche das Komma.*
„ 59, „ 23—24 v. o., *lies* kleiner.
„ 60, „ 6 v. o., *lies* rings um die.
„ 61, „ 11 „ „ *statt* beantworten *lies* geben.
„ 61, „ 12 „ „ *streiche* an.
„ 61, „ 14 „ „ *lies* wieder von sehr zarter.
„ 64, „ 11 „ „ *lies* Filamente.



Koorders del.

P.W.M.Trap impr.

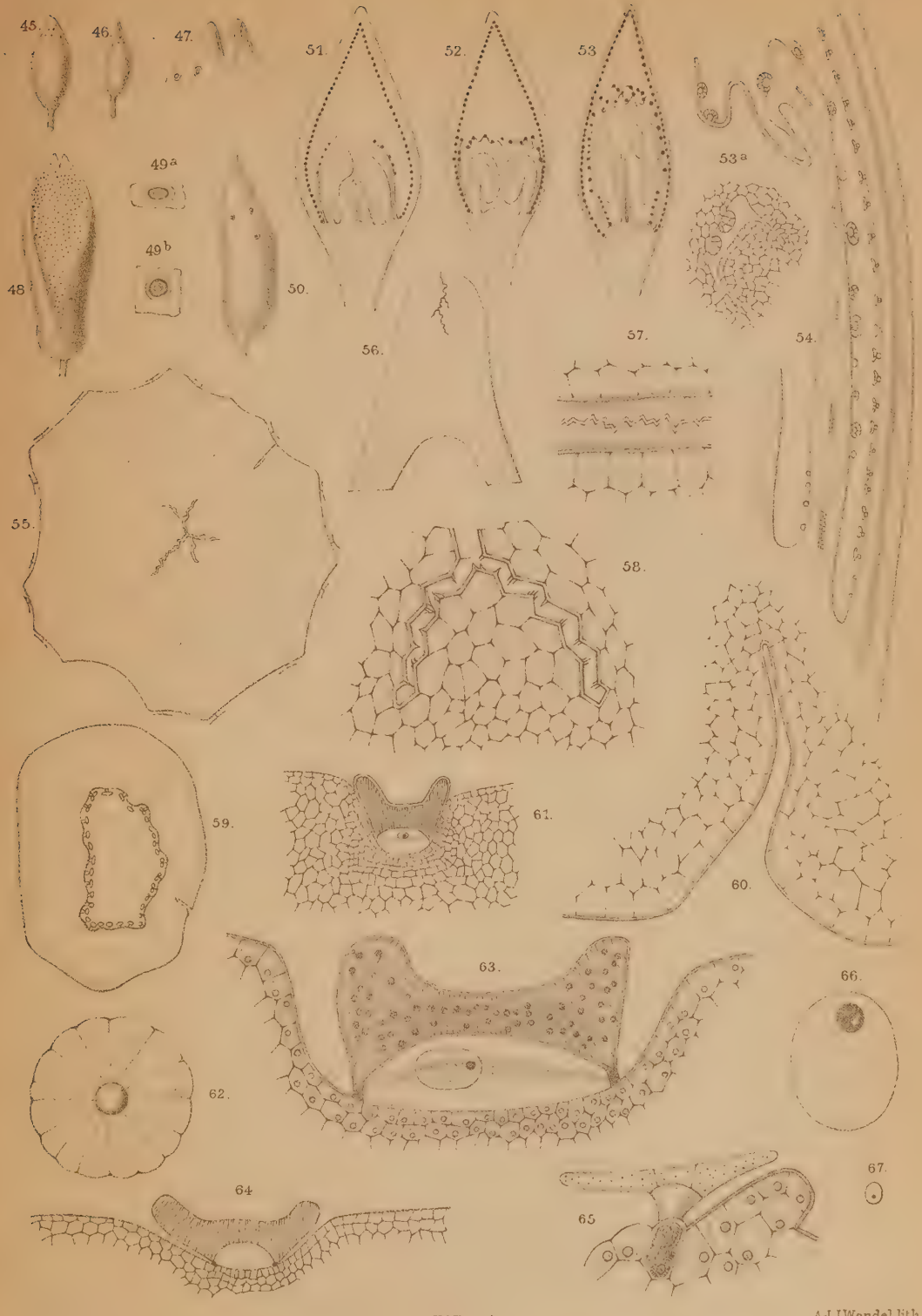
A.J.J.Wendel lith.



Koorders del.

P.W.M. Trap impr.

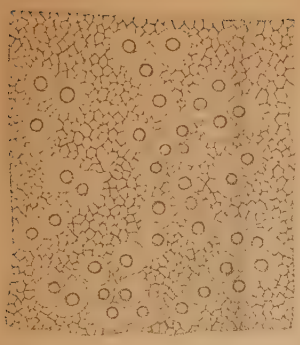
A.J.J. Wendel lith.



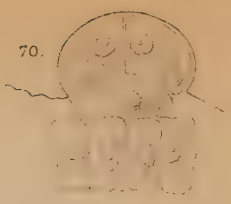
Koorders del.

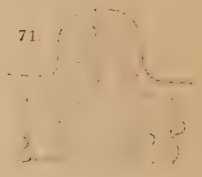
P.W.M.Trap impr.

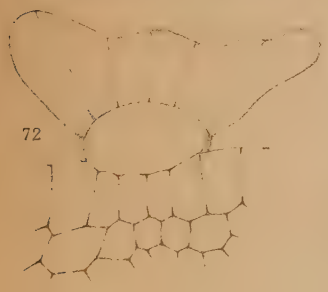
A.J.J.Wendel lith.

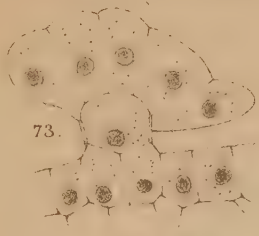

68.

69.


70.

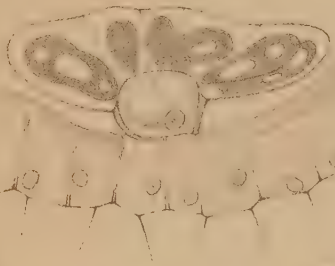

71.


72

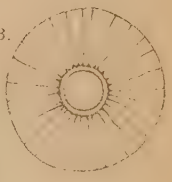

73.

74.

75


76.

77.


78.

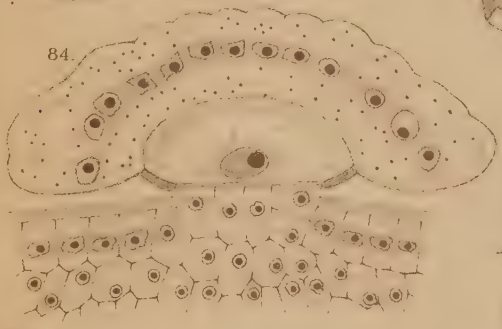
80

82.

81.

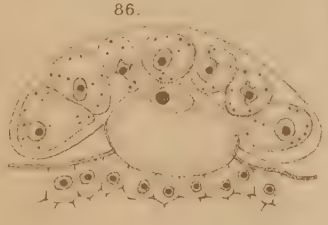
79.

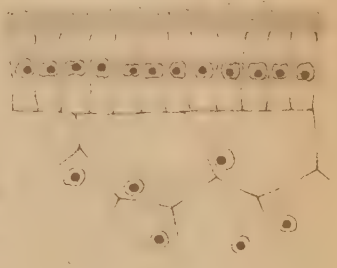
83.

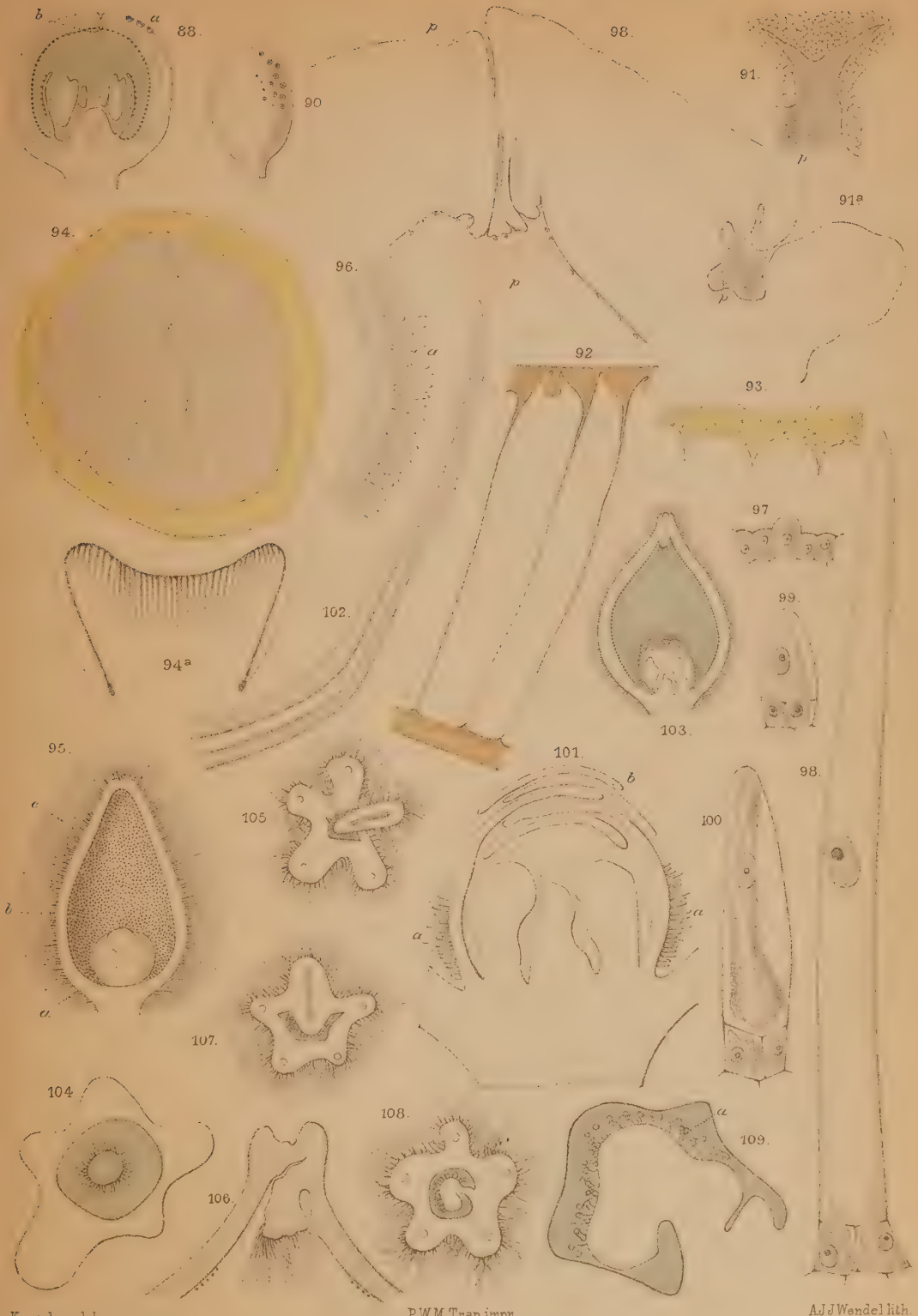

84.

87.

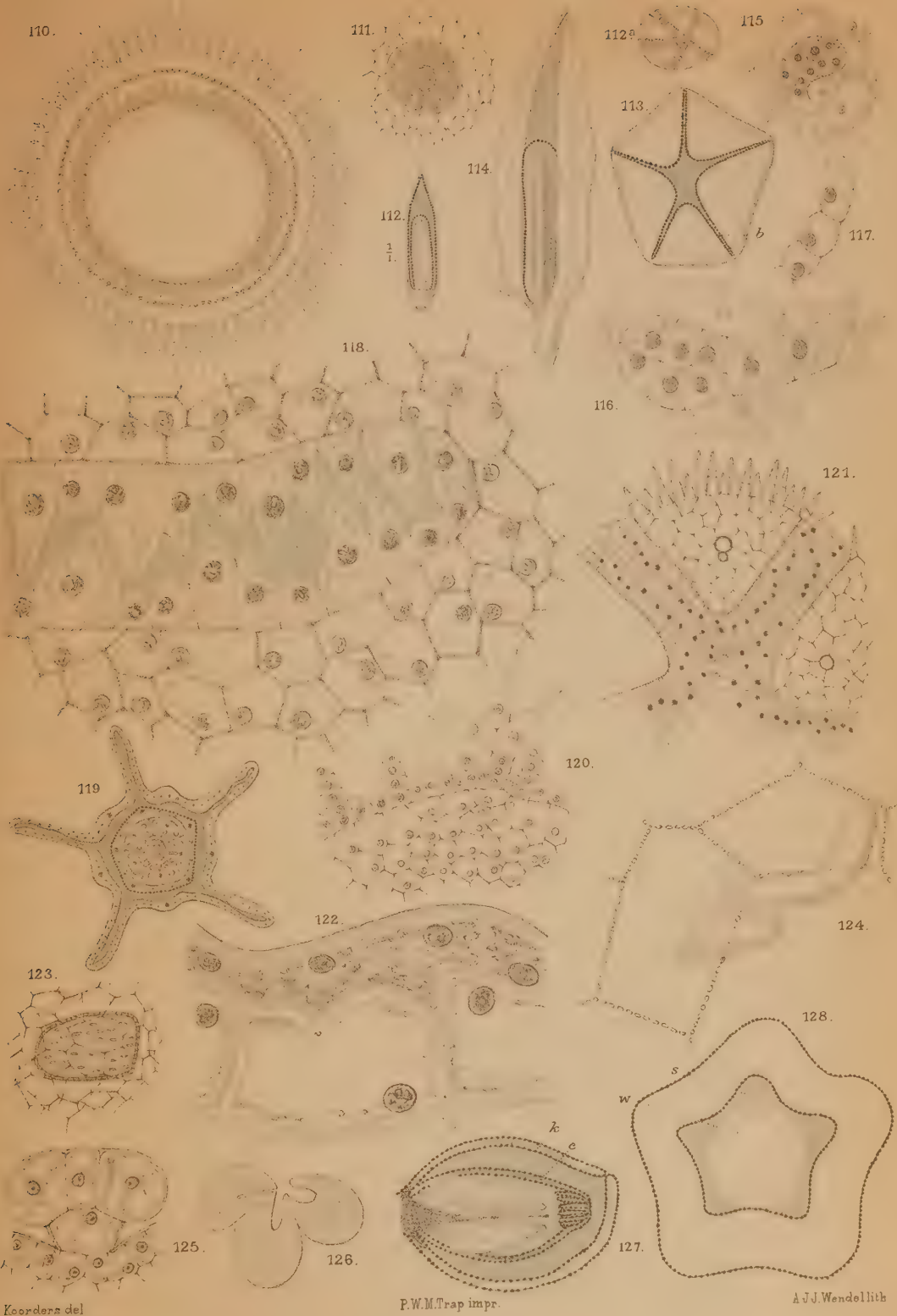
85.


86.





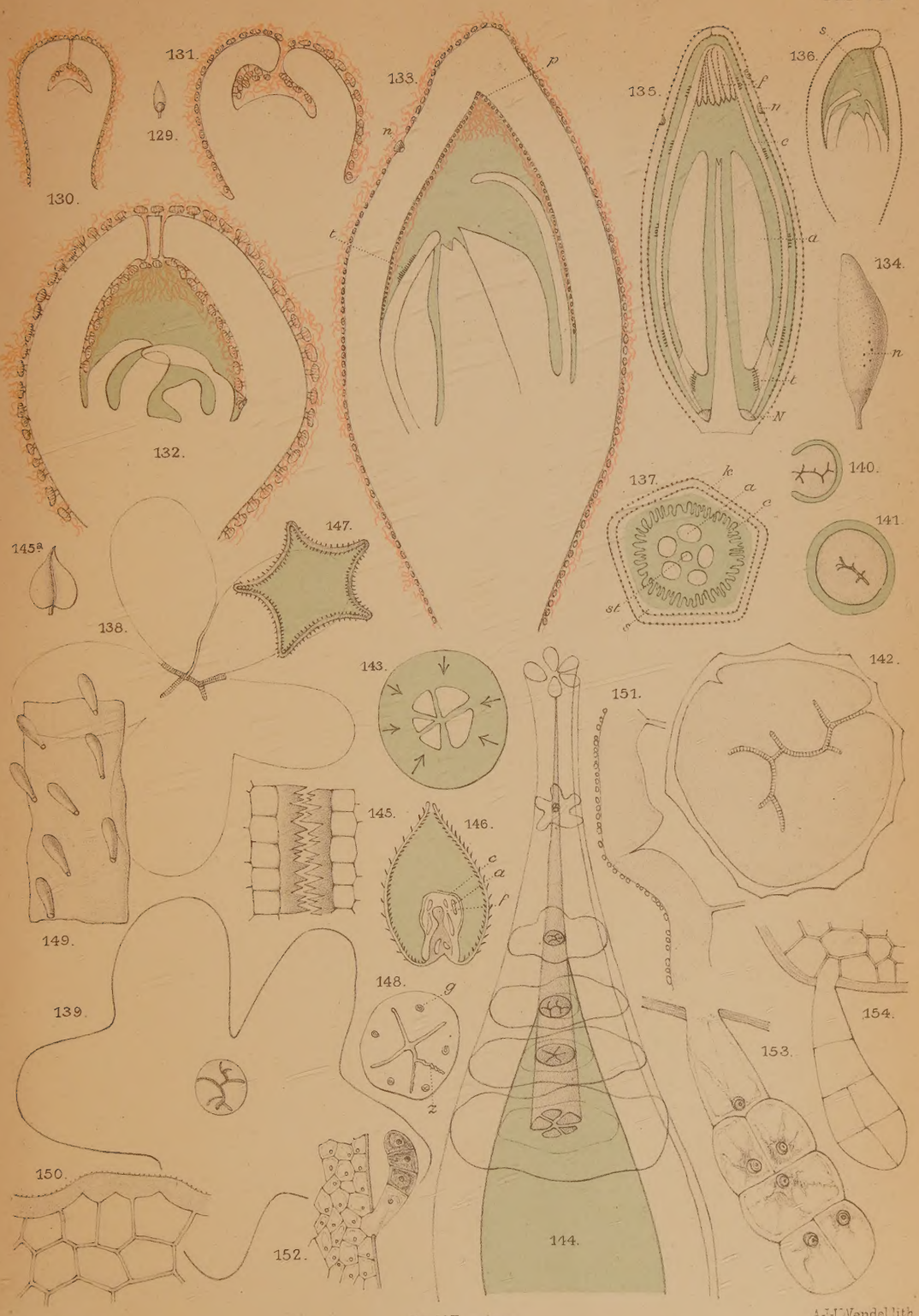
Koorders del. P.W.M. Trap impr. A.J.J. Wendel lith.



Koorders del

P.W.M.Trap impr.

A.J.J.Wendel lith



Koorders del.

P.W.M.Trap impr.

A.J.Wendel lith

BUCHHANDLUNG UND DRUCKEREI vormals E. J. BRILL.